INRA magazine

Agriculture
Alimentation
Environnement

N°3 - JANVIER 2008

Le dialogue avec la société socle de la recherche finalisée



DOSSIER
La consommation des fruits et légumes une expertise de l'Inra

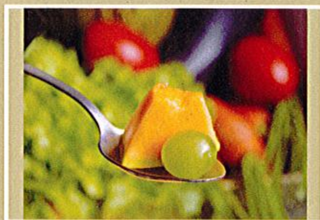
HORIZONS
Les attentes du Grenelle

RECHERCHE
La forêt déshabillée...
Une technologie pour cartographier les sols dissimulés sous la forêt

sommaire

03 HORIZONS
Les attentes du Grenelle
Une vigne d'avance

06 RECHERCHES & INNOVATIONS
La forêt déshabillée
Comment développer la culture des légumineuses à graines en Europe
Découverte d'un lien entre nutrition et synthèse de l'ADN
Réduire la production de méthane chez les ruminants
Médaille d'or pour une innovation viticole



13 DOSSIER
Fruits et légumes

25 REPORTAGE
Le centre de microbiologie du sol et de l'environnement
Information scientifique et technique
Le rôle territorial de l'élevage bovin

29 IMPRESSIONS

34 REGARD
De l'usage des indicateurs bibliométriques

36 AGENDA

EDITO

Chers lecteurs,

En 2005, l'Inra inscrivait dans sa stratégie institutionnelle sa volonté de resserrer son lien direct avec les différentes composantes de la société. Sans doute l'histoire de l'Inra qui accompagne les mutations de l'agriculture, des territoires, de l'environnement et de l'alimentation a-t-elle façonné une approche particulière de l'échange, de la mise à disposition des connaissances, de la discussion des trajectoires d'innovation.

Les équipes de l'Inra prennent toute leur place dans les rencontres qui émaillent la vie publique. C'est essentiel parce que les questions de recherche qui préoccupent notre institut aujourd'hui sont au cœur des attentes des professionnels, des orientations des politiques et des choix des citoyens. A travers la création des Carrefours de l'innovation agronomique, la restitution publique des expertises scientifiques collectives et leur mise en débat, la conception de programmes de recherche en collaboration, l'institut est à l'écoute de tous.

Nous mesurons cependant que du chemin reste à parcourir pour rendre accessible les avancées produites et assurer une meilleure fluidité aux échanges.

Inra Magazine et le site Internet qui met à disposition de chacun l'actualité de l'institut, les colloques en particulier, nous ont permis de franchir une étape.

En 2008, notre site accentuera son ouverture internationale, et intégrera les technologies nécessaires à l'écoute et aux échanges.

Avec nos meilleurs vœux,

Marion Guillou,
présidente-directrice générale


INRA
INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
147 rue de l'Université • 75338 Paris Cedex 07
www.inra.fr

Directrice de la publication : Marion Guillou. **Directeur éditorial :** Pierre Establet. **Rédactrice en chef :** Catherine Donnars. **Rédaction :** Magali Sarazin, Pascale Mollier, Hélène Deval, Patricia Léveillé, Frédérique Chabrol. **Conception :** Citizen Press - 01 53 00 10 00. **Photothèque :** Jean-Marie Bossennec, Julien Lanson, Christophe Maître. **Maquette :** Patricia Perrot. **Couverture :** Faire Savoir. **Impression :** Rafal. **Dépôt légal :** janvier 2008. **ISSN :** 1958-3923

Les attentes du Grenelle envers la recherche agronomique

Dans le cadre du Grenelle de l'environnement, des représentants de l'Etat et de la société civile se sont réunis de juillet à septembre 2007 pour définir une feuille de route en faveur des professionnels, des élus, du développement et de l'aménagement durables. Marion Guillou et Guy Riba ont participé au groupe de travail intitulé : « modes de production et consommation durables » et à l'un des deux intergroupes mis en place dans un second temps, celui sur les OGM. Ils faisaient partie du collège « Etat », les 4 autres collèges étant constitués de représentants des collectivités locales, des ONG, des employeurs et des salariés. L'Institut n'était pas présent lors de la phase de négociation finale. Interview de Guy Riba, directeur général délégué de l'Inra.

repères

Grenelle

2 mois et demi : réflexion

15 jours : consultation

3 jours : décision

Le Grenelle de l'environnement a marqué les esprits par la nouveauté de sa démarche. Quelle analyse en faites-vous en tant que participant ?

Guy Riba : Même si les débats ont parfois été vifs, ils ont donné l'occasion aux participants de construire une nouvelle forme d'échange multipartite. J'ai été très attentif à la manière dont se sont construits ces échanges. Cela m'a d'autant plus intéressé que nous développons à l'Inra des expériences de concertation originale pour un institut de recherche. Par exemple, avant de mettre en place l'essai de vigne transgénique résistante au virus du court-noué sur le domaine expérimental de l'Inra de Colmar, nous avons consulté un groupe ouvert et nous avons endendu ses recommandations avant de mettre en place cet essai. Nous avons mené récemment une autre action, la prospective « CAP- environnement » qui associe à des scientifiques un éventail encore plus large de partenaires pour déterminer nos orientations de recherche.

Une opération pilote en matière de programmation : le projet CAP-environnement

L'Inra a conduit l'expérience pilote CAP-Environnement « Concertation en Amont des Programmes sur l'Environnement » dans le but de formaliser une méthode de « partenariat d'orientation ». Il a associé des chercheurs et une grande diversité d'acteurs sociétaux (instituts, ministères, agences de l'environnement, ONG, agriculteurs, industriels) concernés par la finalité des recherches à l'Inra, pour définir et hiérarchiser des objectifs de recherche dans le domaine des relations agriculture-environnement. Les propositions et recommandations produites par les participants seront analysées par les départements scientifiques de l'Inra au cours des prochains mois pour préparer leurs programmes des années à venir.



DISCUSSION du groupe de travail modes de production et consommation durables.

Quelle place tient la recherche dans ce type de processus ?

G. R. : Les acteurs du Grenelle ont exprimé leur attente vis-à-vis de la recherche agronomique pour qu'elle propose des modes de production durable. A l'écoute de ces attentes, l'Inra a apporté des éclairages sur les résultats déjà obtenus et a identifié des besoins de recherche. Le risque dans ces discussions était d'aller vers une simplification trop poussée des débats : en effet il n'y aura pas *une* solution pour une agriculture durable, mais des solutions diversifiées, plus complexes que par le passé, et adaptées à des situations locales.

Les conclusions du Grenelle sont-elles génératrices de changements pour l'Inra ?

G. R. : Le processus du Grenelle fait apparaître une sollicitation très forte vis-à-vis de la recherche agronomique, avec un risque pour nous, celui de décevoir à court terme. Cela rend d'autant plus nécessaire de mener de front quatre types d'action : diffuser et mettre en débat les résultats disponibles - savoirs, savoir-faire, innovations, méthodes d'évaluation - expliciter les objectifs et échéances des programmes de recherche, discuter avec les pouvoirs publics des besoins prioritaires d'expertise collective, poursuivre le dialogue avec les différents acteurs sur les orientations prioritaires.

L'Inra animera courant 2008 un débat interne autour du Grenelle de l'environnement et autour des recommandations issues de la prospective CAP-environnement, pour procéder aux ajustements qui seraient nécessaires sur les orientations de recherche.

Y a-t-il des questions que vous auriez aimé voir davantage prises en considération ?

G. R. : Oui, je pense par exemple à l'adaptation des systèmes agricoles et forestiers au changement climatique, au développement des biotechnologies vertes ou aux systèmes alimentaires prenant mieux en compte le développement durable. Les questions posées à la recherche sont multiples. Le processus du Grenelle n'est pas terminé, la mise en œuvre de certaines pistes va nous mobiliser dans les mois à venir.

Propos recueillis par Pascale Mollier

Les principales demandes adressées à la recherche agronomique lors du Grenelle

- **Systèmes agricoles innovants** : développer une agriculture à haute valeur environnementale et productive
- **OGM** : renforcer la recherche publique et les méthodes d'évaluation bénéfices/risques
- **Biomasse** : évaluer les biocarburants de première génération (à partir de plantes de grandes cultures) et développer les biocarburants de deuxième génération (à partir de lignocellulose)
- **Biodiversité** : acquérir des connaissances, évaluer la biodiversité, étudier la microbiologie des sols
- **Gouvernance et expertise** : développer le partenariat avec toutes les parties concernées

Les treize programmes issus du Grenelle

www.legrenelle-environnement.fr

- **Lutter contre les changements climatiques**
  - Moderniser le bâtiment et la ville
  - Efficacité énergie et carbone
  - Urbanisme et gouvernance territoriale
  - Mobilité et transports
- **Santé et environnement, économie de fonctionnalité, économie circulaire, déchets**
  - Programme santé-environnement
- **Préserver la biodiversité et les ressources naturelles, pratiques agricoles, OGM**
  - Agriculture écologique et productive
  - Programme OGM
  - Stopper la perte de biodiversité
  - Qualité écologique des eaux
  - Biocarburants, biocombustibles
  - Programme Outre-Mer
- **Instaurer une démocratie écologique**
  - Programme gouvernance
  - Programme communautaire et international

Une vigne d'avance

Le décryptage entier du génome de la vigne, résulte de la collaboration du Génoscope et de l'Inra, en France, et de plusieurs universités ainsi que de l'Istituto di Genomica Applicata en Italie. Un matériel végétal sélectionné à Colmar a permis cette extraordinaire avancée. Questions à Jean Masson, président du centre Inra à Colmar.

Que nous apporte cette avancée scientifique ?

Jean Masson : Elle va nous aider à mieux connaître la diversité génétique de la vigne et à caractériser la fonction de ses gènes. Elle nous permettra de conserver cette biodiversité et de mieux en tirer parti. Nous pourrons ainsi identifier des gènes de résistance utiles dans la lutte contre le mildiou et l'oïdium notamment (et réduire l'utilisation des produits phytosanitaires) ou bien les gènes impliqués dans les caractéristiques aromatiques des vins. En comprenant mieux les mécanismes responsables de la tolérance à la sécheresse, au froid, il sera possible d'anticiper les conséquences du réchauffement climatique. Ce programme franco-italien illustre bien le caractère indispensable de la recherche fondamentale et des partenariats qui permettent de mobiliser des compétences et des budgets importants, mais aussi celui de déposer des ressources génétiques caractérisées.

Comment l'Inra a-t-il obtenu ces résultats ?

J. M. : L'histoire de cette réussite a commencé il y a 20 ans. Le programme de génomique réalisé sur *Arabidopsis*, à contre-courant des missions finalisées de l'Institut et très controversé à l'époque, a généré des connaissances, des compétences et des méthodes innovantes. Et une reconnaissance scientifique de l'Institut dans le domaine cognitif ! A la fin des années 1980, à Colmar nous avons démarré un programme de création de lignées homozygotes à partir de Pinot Noir, ce qui ne correspondait pas non plus aux attentes de la filière viticole. Mais cette phase d'investissement nous a donné des clés pour comprendre la biologie des plantes cultivées et leurs génomes. Et pour gagner sur nos concurrents en séquençant le génome de la vigne en seulement 2 ans !



FEUILLE ET RAMEAU de vigne. Cépage Pinot noir.

A qui appartiennent ces résultats ?

J. M. : Les résultats sont entièrement disponibles depuis octobre 2006 pour les scientifiques de tous pays à partir de bases de données publiques. L'accès à la séquence de la vigne passe par l'intermédiaire de sites web.

Comment l'Inra compte-t-il valoriser cette avancée auprès de la profession viticole ?

J. M. : L'Inra met ses compétences au service de la filière et l'associe à la définition de programmes de recherche. Nous avons organisé fin octobre, à Colmar une table ronde réunissant chercheurs d'instituts français, allemands et suisses, représentants des collectivités territoriales, étudiants, syndicats agricoles et organisations viticoles. Un débat a été ouvert sur l'utilisation du séquençage. Cette démarche participative innovante a permis aux participants de partager préoccupations et attentes. L'objectif étant de traduire ce dialogue en projets scientifique. Le 11 décembre prochain à Paris, une nouvelles rencontre avec les professionnels aura le même objectif : exploiter ce travail de fond pour améliorer la vigne ou le vin.

Propos recueillis par Hélène Deval

+d'infos
Article paru dans la revue Nature, 26 août 2007
www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/index.html
contact : jean.masson@colmar.inra.fr

en bref

« Pour les femmes et la science »
Deux jeunes étudiantes en thèse à l'Inra, Angélique Besson-Bard (Dijon) et Marjolaine Vareille (Clermont-Ferrand), ont reçu la bourse « Pour les femmes et la science » remise par la fondation l'Oréal en partenariat avec l'Unesco et l'Académie des Sciences. Cette initiative a pour objectif de favoriser l'accès des femmes aux carrières scientifiques.

Visibilité sur le web
L'Inra se situe au 24e rang mondial des instituts de recherche les plus visibles sur internet, selon le classement annuel mondial « Webometrics » (Espagne). Le CNRS est le premier organisme européen de recherche à figurer dans le classement au 6e rang mondial. Viennent ensuite : l'Inria (12), l'Inra (24), l'Inserm (47), l'Insee (55) et le CEA (56).
www.webometrics.info/

Site Internet en version espagnole
L'Inra vient d'ouvrir son site internet en version espagnole. Cette démarche accompagne la volonté d'ouverture de l'institut vers les problématiques de recherche des régions du Sud.
www.international.inra.fr/es

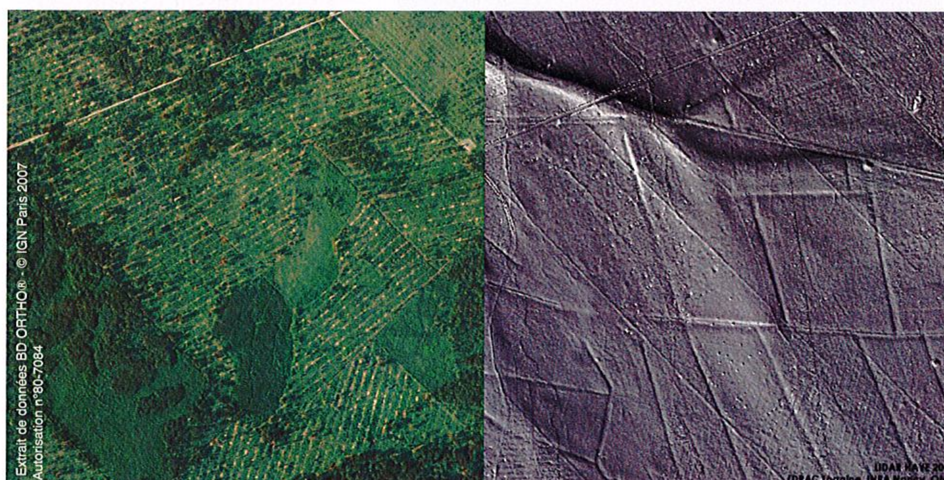
Mission en Chine
L'Inra a participé le 2 décembre à la première réunion de l'*International Advisory Board*. Créé par l'Académie des sciences agricoles de Chine (CAAS), ce conseil a pour vocation de renforcer la présence de la Chine dans la recherche agronomique mondiale.

Bilan social
L'édition 2006 du bilan social présente la situation des ressources humaines, des conditions de travail et de rémunération à l'Inra.
www.inra.fr/les_hommes_et_les_femmes

+d'infos
www.inra.fr

La forêt déshabillée

Une utilisation inédite du Lidar, télédétection par laser aéroporté, a permis de cartographier avec précision les sols dissimulés sous la forêt. Cette première, réalisée près de Nancy par des chercheurs de l'Inra et des archéologues, dévoile le plus bel ensemble de parcelles agricoles gallo-romaines connu à ce jour. Cette technologie va renouveler profondément l'étude des sols et des couverts forestiers.



A GAUCHE : photo aérienne d'une zone d'un km², forêt de Haye.
A DROITE : image Lidar faisant apparaître 2 voies romaines et des parcelles agricoles gallo-romaines en microreliefs.



Le Lidar nous a aidé à voir la forêt comme jamais ! » jubilent Etienne Dambrine et Jean-Luc Dupouey, de l'Inra à Nancy, chercheurs en écologie forestière et responsables du projet. C'est au début du mois de mars, quand les arbres sont encore dépouillés de leurs feuilles, que les scientifiques ont envoyé un avion léger balayer de son faisceau laser les 110 km² de la forêt de Haye en Lorraine. A son bord, un Lidar (1) appareil de télémétrie qui émet deux à trois impulsions laser par m². L'altitude des cibles successives atteintes par le rayon laser (branche, tronc, sol) est déduite du temps de retour du signal et l'intensité de ce signal donne des indications sur les propriétés physiques de l'objet visé. Le Lidar sert déjà à connaître l'épaisseur et la composition des nuages, détecter les particules polluantes dans l'air, établir des cartes de risque en zones inondables, cartographier les lignes à haute-tension… Pour les scientifiques nancéiens, l'ensemble des points relevés a permis de générer deux modèles numériques : l'un pour le sol, rendu visible « *comme si on avait enlevé les arbres* », l'autre pour les arbres. Le premier montre des sites archéologiques déjà connus, comme le camp celte fortifié d'Affrique, mais aussi une multitude de murs, fossés et terrasses, qui dessinent le plus grand parcellaire agricole gallo-romain identifié jusqu'à maintenant en forêt.

Une histoire des sols à redécouvrir

Cette démarche est une des dernières étapes du programme « Incidence des pratiques agricoles passées sur la biodiversité spécifique en forêt » associant les mondes éloignés de l'écologie et de l'archéologie. Démarré en 2000 sous l'égide de l'ONF, la DRAC (2) de Lorraine et l'Inra et financé par le GIP-Ecofor (3), il est aujourd'hui également soutenu par le Conseil régional de Lorraine et l'Union européenne. Ce projet a montré à quel point l'écologie actuelle des forêts est influencée par l'utilisation antique du sol. C'est dans ce contexte que les chercheurs ont établi que la biodiversité des forêts est durablement perturbée lorsqu'il y a eu une occupation agricole antérieure, comme celle des gallo-romains il y a 1700 ans en forêt de Haye. « *Les sols de ce type de forêt ont été épierrés et enrichis par d'anciens apports en fumier. Ils sont plus fertiles, plus riches en phosphore et en nitrate assimilables par les plantes, que ceux des forêts non cultivées* » explique Etienne Dambrine, spécialiste en science du sol. Leur végétation recèle plus d'espèces nitrophiles ou phosphorophiles, dites « rudérales », comme l'ortie ou la petite pervenche, connues pour pousser spontanément dans les friches et les ruines. En revanche, les forêts « anciennes », jamais utilisées pour l'agriculture, sont plus riches en espèces à très faible capacité de dispersion, munies d'organes souterrains (bulbe ou rhizome) qui permettent leur survie hivernale, tels le muguet et l'anémone des bois. « *Sur une échelle de valeur pour la conservation de la nature, les écosystèmes des forêts anciennement cultivées sont plus faibles, même si les arbres y poussent plus haut !* complète Jean-Luc Dupouey, spécialiste de la végétation. *Nous recherchons à présent des effets analogues sur les insectes et sur les microbes du sol, bactéries et champignons.* » Un changement de ces invisibles hôtes pourrait expli-

repères

Les forêts occupent **30 %** du territoire français. Ce taux a **quasiment doublé depuis 1830.**

17 % du **carbone fossile** émis dans l'atmosphère en France sont captés par les forêts.

quer pourquoi l'écosystème reste perturbé après presque deux millénaires, alors que dans les simulations, les empreintes chimiques de cette agriculture antique disparaissent.

De nouvelles cartes en main

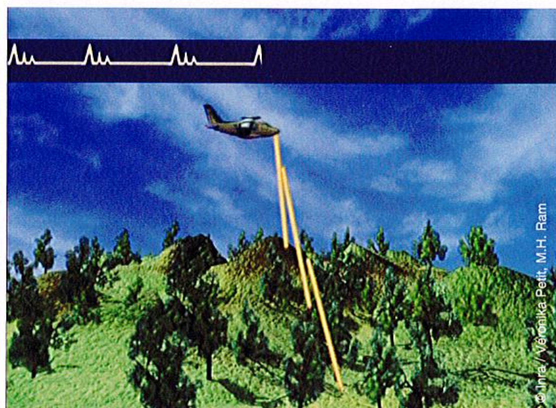
« Avec le Lidar, les archéologues et les forestiers se dotent d'un moyen inespéré de détection des vestiges en forêt, jusqu'alors invisibles en repérage aérien, résume Jean-Luc Dupouey. *La précision des cartes topographiques sera dorénavant d'une dizaine de centimètres, contre 50 mètres actuellement. Autre avantage, un massif forestier entier peut être « radiographié » en quelques heures seulement ! »* De plus, le milliard de points relevés par le Lidar dans la végétation va permettre de caractériser automatiquement la forme des arbres, fastidieuse à déterminer sur le terrain avec les outils traditionnels. Des informations sur la hauteur des arbres, le recouvrement du sol par les arbres ou la quantité de bois sur pied en seront extraites.

Les chercheurs pourront en outre mettre en relation l'âge des arbres avec leur hauteur, pour en déduire une carte de fertilité à large échelle. A terme, ces outils vont révolutionner l'aménagement des forêts, mais aussi leur gestion patrimoniale. Selon l'ancienneté de la forêt - une jeunette de quelques siècles, une vieille dame de plusieurs millénaires ou même une aïeule dont on ne retrouve plus l'âge -, on pourra orienter les choix de gestion et le niveau de protection. Pour l'heure, les scientifiques voudraient bien établir la carte des forêts anciennes de la France entière, à partir de données Lidar mais aussi de documents historiques et d'archives.

La forêt cache bien son passé

Cette expérimentation bat en brèche quelques idées fausses, tant chez les archéologues que chez les écologues. D'une part, on ne peut se limiter à fouiller les champs contemporains pour retrouver les cultures antiques. D'autre part, on peut mettre en doute le mythe des « épaisses et profondes forêts » du temps des gallo-romains. Au contraire, entre 60 et 80 % de la forêt de Haye était déboisée au profit de champs, comme en attestent les murets d'épierrement détectés au Lidar. Les cultivateurs d'alors avaient soigneusement nettoyé leur parcelle de tous ses cailloux, utilisés ensuite pour édifier des petits murets, délimitant ainsi leurs propriétés et traçant des chemins à l'image des paysages irlandais ou de nos Causses français. Et comme il y a très peu d'érosion en forêt, toutes ces traces ont perduré. Enfin, *« il faut bien comprendre qu'un paysage forestier ne s'érode pas comme s'il était grignoté peu à peu par les villages avoisinants,* conclut Jean-Luc Dupouey, *mais imaginer que les forêts bougent carrément de lieux ! »* Si l'on se perd encore en conjectures sur les raisons qui ont chassé les cultivateurs de la forêt de Haye, une chose est certaine, les forêts demeurent à jamais hantées par leurs anciens occupants ! ●

Propos recueillis par Magali Sarazin



LE LIDAR consiste à balayer la forêt avec un rayon laser à haute fréquence et à mesurer la distance du point d'impact.

(1) Light Detection and Ranging ou détection et télémétrie par la lumière.
(2) Direction régionale des affaires culturelles
(3) www.gip-ecofor.org

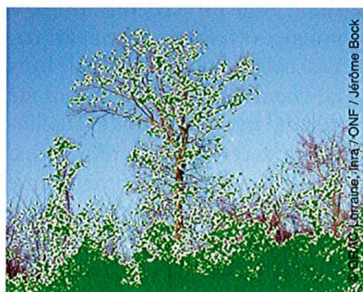


IMAGE 3D de la végétation obtenue grâce au Lidar.

+d'infos

contact :

dambrine@nancy.inra.fr
dupouey@nancy.inra.fr
jerome.bock@onf.fr
murielle.leroy@culture.gouv.fr

références :

- Dupouey J.L. et al : La Mémoire des Forêts. *Actes du colloque « Forêt, archéologie et environnement »*, 14-16 janvier 2004, Nancy, Inra-DRAC-ONF éditions, 2007
- Dambrine E. et al : Biodiversity patterns in present French forests related to former Roman agriculture. *Ecology* 88, 2007.

en bref

Diagnostic moléculaire

Originaire d'Amérique du Nord, le nématode du pin (*Bursaphelenchus xylophilus*), ravageur du sol, est une menace potentielle pour les forêts européennes de conifères. Dans le cadre du projet européen Portchek, un diagnostic moléculaire de détection de ce parasite vient d'être mis au point par l'Inra en collaboration avec le Central Science Laboratory (Grande Bretagne) et l'université d'Evora (Portugal).
Molecular Plant Patholoy, 2007.

Biomosys™-HW

Une équipe Inra (Toulouse) a créé un capteur de surveillance des encrassements des lignes de production adapté aux industries agroalimentaire, papetière et pétrochimique. Baptisé Biomosys™-HW, cet outil est protégé par un brevet et commercialisé par la société NéoSENS.

Stabilité du carbone dans les sols profonds

Les sols constituent un large réservoir de carbone. Dans les couches profondes, au delà de 20 cm, les stocks de carbone, très anciens, sont stables. Des chercheurs ont montré que le facteur clé de cette stabilité était l'absence de substrat végétal nécessaire à l'activité des microbes qui décomposent le carbone. Ces résultats amènent à revoir à la baisse, pour ces réserves profondes, les prévisions actuelles de libération de carbone dans l'atmosphère du fait d'un changement de climat.
Nature, 8 novembre 2007

Un gène de la tendreté découvert

Le gène DNAJA1 expliquerait jusqu'à 63% la variabilité de la tendreté de la viande bovine. Ces résultats, protégés par un brevet, devraient déboucher sur un test d'identification des animaux ayant un potentiel pour produire une viande tendre.
Journal of Agriculture and Food Chemistry, 2007.



GOUSSE
de poi

Comment développer la culture des légumineuses à graines en Europe

Le programme européen « Grain Legumes Integrated Project » (GLIP) explore depuis 2004 de nouvelles stratégies pour promouvoir la culture des légumineuses à graines en Europe et leur utilisation dans l'alimentation animale. A l'approche de la fin de ce projet, un congrès a eu lieu à Lisbonne du 12 au 16 novembre 2007 pour faire connaître les résultats. Interview de Jean Dénarié, responsable du volet génomique du GLIP et directeur de recherche émérite de l'Inra, au Laboratoire des interactions plantes-microorganismes à Toulouse.

Pourquoi s'intéresser aux légumineuses ?

Jean Dénarié : Les légumineuses à graines (pois, féverole, soja…) et les légumineuses fourragères (luzerne, trèfle…) sont sources de protéines pour l'alimentation animale. En plus de leurs qualités nutritionnelles, ces plantes sont avantageuses pour l'environnement : parce qu'elles sont capables d'utiliser l'azote atmosphérique, grâce à une symbiose avec des bactéries fixatrices d'azote, les légumineuses ne nécessitent pas l'utilisation d'engrais azotés. Ce qui permet d'économiser l'énergie fossile nécessaire à la production, au transport et à l'épandage de ces engrais et de réduire les émissions de gaz à effet de serre (CO_2 et surtout N_2O) qui leur sont associées. Malheureusement les légumineuses sont peu cultivées en Europe pour diverses raisons, économiques et techniques, en particulier la faiblesse et l'irrégularité de leurs rendements, car ces plantes ont été beaucoup moins étudiées et améliorées que les céréales et les oléagineux. L'objectif premier du programme GLIP a donc été de mettre au point des outils innovants pour faciliter l'amélioration des légumineuses.

Comment les génomes des légumineuses ont-ils été étudiés ?

J. D. : Les légumineuses cultivées ont un génome de grande taille et souvent complexe. C'est pourquoi la légumineuse *Medicago truncatula*, apparentée à la luzerne, sert de modèle : son génome est de petite taille. Des recherches antérieures avaient montré que l'ordre des gènes sur les chromosomes est fortement conservé entre *Medicago* et la légumineuse à graines la plus cultivée en Europe, le pois, malgré la très grande différence de taille entre leurs génomes. L'idée directrice du GLIP a été d'exploiter cette conservation des génomes entre espèces modèles et cultivées pour développer de nouveaux outils. Un programme international de séquençage du génome de *M. truncatula*, qui doit se terminer fin 2008, a déjà permis d'identifier et de localiser plus de 40 000 gènes sur les huit chromosomes. Pour pouvoir transférer chez les légumineuses cultivées cette énorme quantité d'information sur l'ordre des gènes, un programme de cartographie comparée a permis de localiser des centaines de gènes de référence sur les cartes génétiques de plusieurs espèces : pois, féverole, pois

chiche, lentille, lupin, haricot et trèfle. L'ensemble de ces résultats est mis à disposition grâce à la bioinformatique afin de guider les sélectionneurs dans la localisation des gènes d'intérêt.



NODOSITÉS RACINAIRES de pois hébergeant des bactéries fixatrices d'azote.

Après avoir localisé les gènes, comment connaître leurs fonctions ?

J. D. : On procède par étapes. Dans un premier temps, on identifie, grâce à des puces d'ADN, les gènes « candidats », ceux dont l'expression est fortement modifiée dans certaines conditions physiologiques (formation des graines, stress environnementaux, etc.). Dans un deuxième temps, on caractérise leur fonction en étudiant des plantes présentant une mutation dans ces gènes. D'importantes collections de mutants ont été créées par des équipes de l'Inra, du CNRS et du John Innes Institute (GB), avec trois méthodes complémentaires permettant d'identifier efficacement la présence de mutations dans un gène donné.
Les équipes ont mis leurs résultats en commun *via* des bases de données. Cette approche coordonnée est exemplaire au niveau international pour les légumineuses.
Grâce à ces outils de génomique, les chercheurs ont identifié des gènes impliqués dans la résistance aux pathogènes chez *M. truncatula*, le pois, la féverole et le pois chiche. Ils ont aussi caractérisé, chez le pois, cinq nouveaux gènes impliqués dans l'architecture de la plante. Or, celle-ci conditionne de nombreuses composantes du rendement, telles que la progression des maladies ou la compétition entre organes pour les ressources en eau et minéraux. Enfin, des gènes majeurs impliqués dans l'accumulation des protéines dans la graine ont été caractérisés, chez la légumineuse modèle et chez le pois.
Les ressources génétiques et génomiques créées au cours de ce programme devraient grandement faciliter l'amélioration génétique non seulement des légumineuses à graines, mais aussi des légumineuses fourragères (luzerne et trèfle), et ligneuses (robinier) pour la production durable de biomasse par des taillis à courte rotation, afin de proposer de nouveaux rôles pour les légumineuses dans les agro-écosystèmes européens.

Quels sont les autres résultats majeurs du programme ?

J. D. : Beaucoup de résultats importants ont été obtenus. D'une façon générale, des travaux interdisciplinaires ont permis d'objectiver les avantages des légumineuses cultivées en Europe. Sur le plan nutritionnel, elles constituent une source alimentaire suffisamment riche en protéines et en énergie pour les animaux d'élevage, y compris pour les poissons, grâce à l'amélioration des méthodes de fractionnement des graines. Sur le plan agronomique, l'introduction de légumineuses à graines dans les rotations présente un bilan énergétique, environnemental et financier globalement positif, et ce, dans différentes régions d'Europe. La culture en association, dans un même champ, de légumineuses à graines et de céréales permet d'obtenir des rendements satisfaisants dans des conditions de cultures à bas intrants (engrais, pesticides) compatibles avec l'agriculture biologique.

Pensez-vous que ces résultats vont avoir une influence sur la culture des légumineuses en Europe ?

J. D. : Grâce à l'Association européenne de recherche sur les protéagineux (AEP) et à une plateforme de veille technologique (GL-TTP), nous organisons le transfert des connaissances vers les sélectionneurs intéressés par les légumineuses. Mais la promotion des légumineuses dépendra des efforts conjoints entre scientifiques, partenaires du monde agricole et décideurs politiques. Il s'agit d'inverser en effet une situation bien établie depuis 1945 : l'Europe importe plus de 70% de ses besoins en protéines végétales, principalement sous forme de soja en provenance du Brésil, d'Argentine et des Etats-Unis. Les cultures de légumineuses ne couvrent que 1 à 7 % des surfaces arables en Europe contre plus de 25 % aux Etats-Unis. Les défis posés actuellement à l'agriculture européenne offrent sans doute une opportunité de développement aux légumineuses, qui ont l'avantage unique de permettre de concilier les enjeux alimentaires, énergétiques et de protection de l'environnement. L'agriculture européenne est à la croisée des chemins : si nous voulons développer des systèmes agricoles durables et diminuer l'impact de l'agriculture sur l'environnement, nous devrons cultiver davantage de légumineuses. Un objectif raisonnable serait d'atteindre 20% des surfaces cultivées, ce qui signifie schématiquement l'introduction d'une légumineuse dans les rotations une fois tous les cinq ans. ●

Propos recueillis par Pascale Mollier

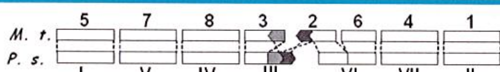
repères

GLIP

67 institutions
25 pays

à l'Inra

14 laboratoires à Dijon, Montpellier, Nantes, Rennes, Toulouse et Versailles.



FORTE COLINÉARITÉ DES GÉNOMES de la légumineuse *Medicago truncatula* et du pois. Les segments blancs, très largement majoritaires, représentent une colinéarité entre les deux génomes, les segments gris représentent des remaniements.

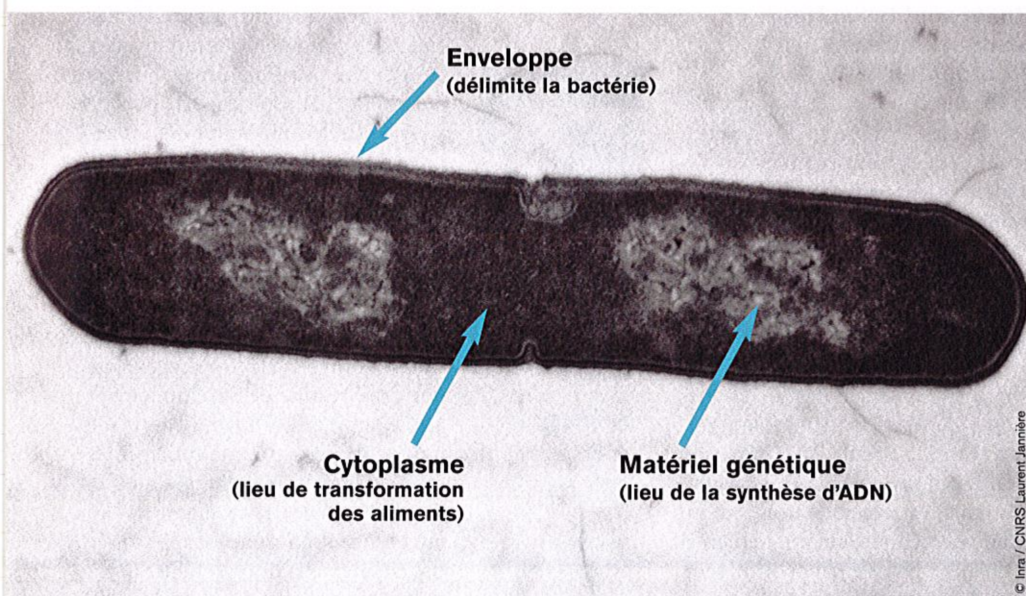
+d'infos

Le programme GLIP est coordonné par T.H. Noel Ellis, John Innes, Norwich, Grande-Bretagne.
www.eugrainlegumes.org
contact :
Jean.Denarie@toulouse.inra.fr

BIOLOGIE INTÉGRATIVE

Découverte d'un lien entre nutrition et synthèse de l'ADN

Nutrition et hérédité sont deux fonctions essentielles de la cellule. Il est désormais impossible de les considérer séparément, comme le montrent les travaux de chercheurs de l'Inra et du CNRS menés sur la bactérie *Bacillus subtilis*.



VUE AU MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE (grossissement 10 000 fois) de l'intérieur d'une cellule de la bactérie *Bacillus subtilis* juste avant qu'elle ne se divise pour donner deux cellules filles identiques

« *On sait depuis les années 1970 que l'activité des principales fonctions d'une cellule dépend des nutriments disponibles dans son environnement. Mais on ne sait toujours pas comment ces régulations sont effectuées ni comment elles permettent la survie et la croissance optimale de la cellule, même dans des conditions nutritionnelles extrêmes !* » Laurent Jannière, généticien, résume ainsi l'enjeu des travaux de biologie intégrative menés par son équipe dans le Laboratoire de Génétique Microbienne de l'Inra à Jouy-en-Josas. Ces huit dernières années, l'équipe s'est intéressée à la relation entre les fonctions de la nutrition et de l'hérédité. Ces deux types de fonctions mettent en jeu de nombreuses machines complexes appelées enzymes.

Quand la nutrition d'une cellule est modifiée, sa capacité à répliquer son ADN change. Mais « *tout se passe comme si on connaissait les notes d'une œuvre majeure ainsi que les musiciens qui l'interprètent, sans savoir qui est le chef d'orchestre ni comment il dirige son orchestre* » décrit Laurent Jannière. Pour y voir clair, son équipe a étudié un organisme modèle simple, la bactérie *B. subtilis*. En combinant un grand nombre de mutations génétiques, ils ont pu identifier pour la première fois le chef d'orchestre de la réplication. Il correspond à cinq réactions successives du métabolisme central carboné. Une prouesse, sachant que *B. subtilis* peut réaliser plus de 1000 réactions métaboliques différentes. Au cours de ce travail, les auteurs ont également identifié les « premiers violons » qui correspondent à trois des dix enzymes clés de la réplication, seules à même de comprendre le message envoyé par le chef d'orchestre. Cette relation permet d'ajuster la vitesse de réplication et d'assurer la stabilité de l'ADN quelle que soit la richesse du milieu nutritif. Les enzymes du métabolisme central carboné joueraient donc un rôle régulateur en plus de leur fonction métabolique classique. Les chercheurs s'attèlent depuis à préciser comment cette régulation s'effectue : de façon directe, par contact physique entre des enzymes métaboliques et de réplication, ou indirecte par l'intermédiaire de « molécules-messages ».

Ces résultats, bien qu'obtenus sur des bactéries, peuvent cependant être rapprochés d'observations faites sur les cellules animales, reliant d'autres fonctions essentielles au même chef d'orchestre. Il en est ainsi des fonctions comme l'apoptose, mort programmée des cellules, ou l'angiogenèse, formation des nouveaux vaisseaux sanguins. Ces travaux pourraient aussi conduire à considérer sous un angle nouveau les événements précoces de la cancérogenèse. Parmi ceux-ci, on observe une dérégulation de la glycolyse (« effet Warburg ») et une diminution de la fidélité de la réplication et de la stabilité de l'ADN. Elles pourraient découler de perturbations dans la relation entre nutrition et hérédité. ●

M. S.

+d'infos

contact : laurent.janniere@jouy.inra.fr

référence : Jannière L, Canceill D, Suski C, Kanga S, Dalmais B, et al. (2007) Genetic Evidence for a Link Between Glycolysis and DNA Replication. *PLoS ONE*, e447.

GAZ À EFFET DE SERRE

Réduire la production de méthane chez les ruminants

Un récent rapport de la FAO souligne la part importante de l'élevage dans les émissions de gaz à effet de serre. Ce document a le mérite d'attirer l'attention sur cette source méconnue, mais il occulte le fait que les ruminants sont les seuls à pouvoir utiliser et valoriser les prairies. Ils ont ainsi un rôle important d'entretien de l'espace. Par ailleurs, ces prairies stockent le carbone et de ce fait compensent en partie le bilan des émissions de gaz de ce secteur.


© Inra / Christophe Maître

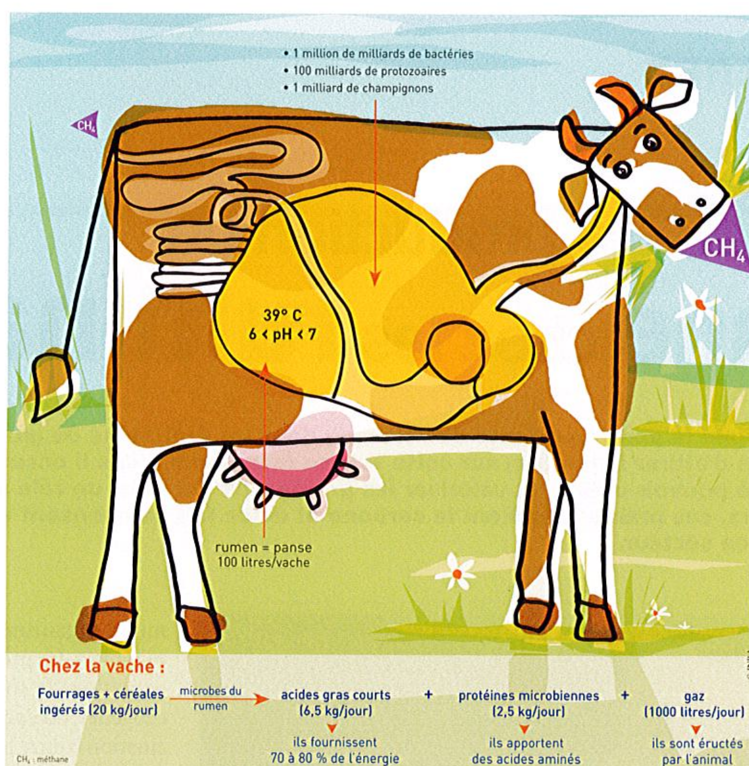
VACHE APPAREILLÉE D'UN COLLIER SF6 pour les mesures de CH_4 (méthane) qu'elle rejette.

L'effet de serre est lié aux émissions de gaz : gaz carbonique (CO_2), protoxyde d'azote (N_2O) et méthane (CH_4) essentiellement. Bien que sa concentration dans l'atmosphère soit très inférieure à celle du CO_2, la contribution du CH_4 à l'effet de serre est de 20%, en raison notamment de son pouvoir radiatif supérieur. Réduire les émissions de CH_4 est une stratégie qui pourrait être efficace à court terme pour l'environnement dans la mesure où la durée de vie du CH_4 dans l'atmosphère est de seulement 12 ans, contre 100 à 120 ans pour le CO_2 et le N_2O. L'agriculture contribue pour environ 50% à l'ensemble des émissions de CH_4, les 3/4 étant couverts par les activités liées à la riziculture et à l'élevage. Si à l'échelle mondiale les rizières sont une source importante de CH_4, en Europe, la quasi-totalité de ces émissions provient de l'élevage, et plus précisément des fermentations digestives des herbivores (70%) et des déjections animales (30%).

Le CH_4 est produit dans le rumen au cours de la digestion microbienne des aliments. Il est rejeté dans l'atmosphère par éructation (rots) ; ce qui constitue d'ailleurs une perte en énergie pour l'animal. Bien que ces émissions de méthane soient impressionnantes en valeur absolue (2 milliards de m^3 par an), il est important d'en relativiser la portée : les ruminants participent à hauteur de 3% au réchauffement de la planète. Différentes approches sont étudiées pour diminuer ces émissions dans de nombreux pays et, en France, notamment à l'Inra de Clermont-Theix.

Il est envisageable de diminuer la méthanogenèse via des biotechnologies modifiant l'écosystème microbien. Par exemple, opérer une sélection des micro-organismes du rumen par élimination des protozoaires ou par inoculation de souches bactériennes exogènes, ou encore réaliser une vaccination contre les micro-organismes méthanogènes. Une autre option consiste à introduire de nouveaux additifs alimentaires (huiles essentielles, acides organiques,...). Ces voies théoriquement prometteuses n'ont cependant pas démontré leur efficacité à long terme, ni leur sécurité pour l'animal et le consommateur, et leur coût n'a pas été estimé. S'agissant d'essais menés dans des conditions éloignées de la pratique, leur application serait prématurée.

Au niveau de l'animal, nos études ont montré qu'il est possible de jouer sur la ration et le mode de production. L'ajout d'aliment concentré à base de céréales dans la ration, ou d'acides gras polyinsaturés (acide linolénique, présent en particulier dans la graine de lin) diminue de 30 à 50% les émissions de méthane tout en maintenant le niveau de production des animaux. Au pâturage, l'émission de CH_4 rapportée à la quantité d'herbe ingérée est en moyenne plus faible (-20 %) lorsque la densité animale à la parcelle est forte (2,2 contre 1,1 bovins/ha). Ces résultats suggèrent que l'intensification réduit la production de CH_4 par unité de produit (kg de lait ou de viande). Cependant, si l'on ajoute aux émissions de CH_4 produit par l'animal, les autres gaz à effet de serre (CO_2, N_2O) produits au niveau de l'exploitation par les lisiers ou liés à l'utilisation d'intrants (fabrication et transport des engrais et aliments, matériel, énergie consommée sur l'exploitation...), les émissions totales de



LE RUMEN permet la digestion microbienne des fourrages qui produit du méthane ensuite éructé.

gaz à effet de serre sont indépendantes du niveau d'intensification de l'exploitation.

La sélection génétique d'animaux visant à diminuer la méthanogenèse reste, quant à elle, du domaine prospectif ; même s'il existe des différences importantes de production de méthane entre animaux. S'agit-il d'un caractère génétique et/ou de variations liées à l'écosystème microbien d'un animal à l'autre ? Ces différences sont-elles maintenues dans le temps ?

Les moyens de réduire de manière significative la production de méthane par les ruminants existent donc et les efforts de recherche de l'Inra sur cette thématique prioritaire seront accrus. L'efficacité de ces moyens doit être évaluée à l'échelle de la chaîne de production et pas uniquement à l'échelle de l'animal et en tenant compte d'un ensemble de critères environnementaux (entretien du territoire et de la biodiversité...), sociétaux (qualité des produits, restriction de l'emploi d'additifs alimentaires...) et économiques. En lien avec ses partenaires, l'Inra s'engage résolument dans cette voie. ●

Cécile Martin, Diego Morgavi, Jean-Pierre Jouany et Michel Doreau

+d'infos

publications :

• Martin C., Morgavi D., Doreau M., Jouany J.P., 2006. Comment réduire la production de méthane chez les ruminants ? *Fourrages*, 187 : 283-300.

• Pinares-Patiño, C.S., D'Hour, P., Jouany, J.-P., Martin, C., 2007. Effects of stocking rate on methane and carbon dioxide emissions from grazing cattle. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 121:30–46.

contact :

cecile.martin@clermont.inra.fr

Médaille d'or pour une innovation viticole

L'entreprise française Eurodia Industrie SA a obtenu la médaille d'or du Palmarès de l'Innovation du Sitevi, le salon international pour les acteurs des filières vin et fruits & légumes (27-29 novembre, Montpellier) pour un nouveau procédé d'acidification du vin développé à partir des recherches de l'Inra. Depuis plus de 10 ans, le pH des vins augmente, du fait des conditions climatiques dans certaines régions, des pratiques viticoles et œnologiques. Or, l'acidité a un rôle essentiel en limitant le développement bactérien dans le vin mais aussi en préservant l'intensité aromatique du vin et son intensité colorante. L'acidification du vin se faisait jusqu'à présent par addition d'acide tartrique, technique qui peut altérer son goût : amertume, goût métallique, dureté en bouche.

Le procédé, mis au point à l'Inra au sein de l'unité expérimentale de Pech Rouge, près de Narbonne, est basé sur l'électrodialyse bipolaire à travers une membrane. Il permet, de retirer exclusivement des cations basiques en excès, ions potassium en particulier, sans modifier les autres constituants du vin. Cette méthode soustractive est précise et stable dans le temps. Sur le plan sensoriel, les vins sont perçus avec des notes plus « fraîches » et « moins lourdes en bouche ».

La filiale de l'Inra, Inra Transfert, a assuré en 2003 le lien des laboratoires vers la société Eurodia avec un passage au stade industriel en 2004. Le procédé avait été approuvé par l'Organisation internationale de la vigne et du vin dès 1999. Mais en attendant l'agrément par le Codex œnologique européen, les expérimentations sont conduites sous contrôle de la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes et de l'Institut français de la vigne et du vin, pour une diminution maximale du pH de 0,3 unités. Il est autorisé en Europe pour les marchés nationaux, en dérogation à la législation en vigueur et dans la limite de 50 000 hl par an. ●

+d'infos

contact :

escudier@supagro.inra.fr , stpierre@supagro.inra.fr, unité expérimentale de Pech Rouge
moutounet@supagro.inra.fr, unité mixte de recherche : « Sciences pour l'œnologie », Montpellier

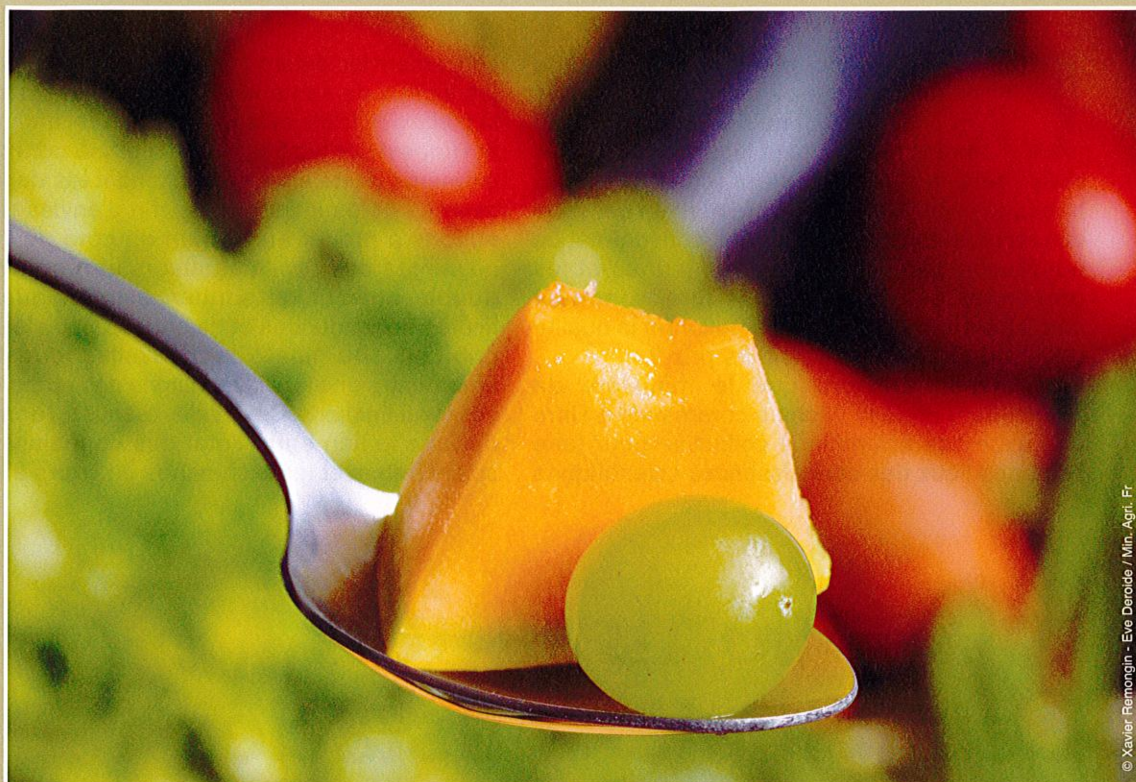
DOSSIER

① **Consommation**
De multiples obstacles

② **Santé**
Des bénéfices globaux

③ **Agronomie**
Améliorer la qualité des fruits et légumes

④ **Filières**
Vers une segmentation croissante du marché


© Xavier Remongin - Eve Deroide / Min. Agri. Fr

La consommation des Fruits et légumes une expertise de l'Inra

INRA

Dossier rédigé essentiellement à partir de la synthèse du **rapport d'expertise « Les fruits et légumes dans l'alimentation - enjeux et déterminants de la consommation »** réalisée par l'Inra à la demande du ministère de l'Agriculture et de la Pêche, novembre 2007

DOSSIER

Fruits & légumes

Depuis le lancement du Programme national nutrition santé (1) en 2001, les Français savent qu'il faut manger « au moins cinq fruits et légumes par jour ». Mais cela ne suffit pas à changer leurs habitudes : 60 % d'entre eux restent en dessous des recommandations. Une sous-consommation qui touche particulièrement les jeunes et les personnes défavorisées. Dès lors, comment agir ? Par l'information ? En améliorant la qualité des produits ? En baissant les prix ?
C'est dans ce cadre que le ministère de l'Agriculture et de la Pêche a commandé à l'Inra une expertise scientifique collective pour faire l'état des lieux des connaissances scientifiques concernant les déterminants de la consommation, les enjeux de santé liés à un accroissement de la place des fruits et légumes dans l'alimentation et l'impact sur les filières. L'expertise donne des éléments d'une analyse soulignant les données avérées et les incertitudes, afin d'envisager les actions à mener aussi bien du côté de l'offre qu'auprès des consommateurs et répondre au double objectif de soutien économique aux filières de production et de protection de la santé publique. Au final, de nouvelles questions émergent, signe que la recherche doit approfondir ses investigations. Ce dossier est aussi l'occasion de faire le lien entre l'état des connaissances scientifiques et les recherches en cours à l'Inra.

1 Consommation

De multiples obstacles

Les fruits et légumes souffrent de leur image : pas pratiques à peler, s'écrasant au fond du sac pour les premiers, nécessitant trop de temps à cuisiner pour les seconds. Et chers ! Les obstacles sont multiples et il est nécessaire d'en comprendre les mécanismes, surtout si l'on veut favoriser leur consommation.

L'expertise scientifique collective s'est intéressée aux déterminants de la consommation des fruits et légumes, en France et dans les pays développés. Cet ensemble inclut aussi les conserves, les surgelés, les jus de fruit, les compotes et les soupes, mais pas les pommes de terre (féculents).

Une consommation inférieure aux recommandations

Les sources d'information sur la consommation fournissent des estimations différentes. Certaines sources reposent sur des méthodes d'estimation et de recueil de données telles les bilans alimentaires réalisées par la FAO (2) ou l'Insee (comptabilité nationale), d'autres sont des enquêtes d'achat des ménages (budget de famille de l'Insee ; TNS Worldpanel) ou des enquêtes sur la consommation des individus (études nutritionnelles). Ces différences rendent difficiles les comparaisons.
L'ensemble des estimations nationales suggère que la consommation des fruits et légumes n'a que très peu augmenté depuis la fin des années 90. Elle s'élève en moyenne nationale à 365 gr/j. La part des produits transformés dans la consommation totale progresse. Tandis que les prix des produits frais ont augmenté, ceux des légumes transformés (- 40 % par rapport à la moyenne des prix alimentaires de 1960 à 2005) et des jus de fruits (dès la fin des années 80) ont baissé en même temps que l'évolution des modes de vie privilégie l'économie de temps de préparation culinaire. Dans tous les cas, cette consommation reste, pour 60 % des adultes, inférieure en quantité aux recommandations nutritionnelles de 400 g/jour, établies par l'OMS en 1990 comme le minimum souhaitable.
Au niveau européen, un gradient nord-sud ressort : la consommation de fruits et légumes est plus importante dans les pays méditerranéens et plus faible en Scandinavie ou aux Pays-Bas.

Des freins individuels

S'il existe une sous-consommation de fruits et de légumes, elle s'accompagne de fortes disparités qui sont de différentes natures, pas toujours prises en compte par les études de consommation.
Parmi les caractéristiques socio-démographiques, on retiendra l'effet « âge ». La consommation de fruits et légumes, faible chez les enfants, croît ensuite régulièrement jusque vers 60-65 ans, puis diminue. L'effet « génération » s'y additionne, c'est-à-dire que les jeunes générations, à âge égal, consomment moins que leurs aînés. Par ailleurs, les femmes sont de plus grandes consommatrices, ainsi que les personnes vivant en couple. Les habitudes alimentaires ont aussi leur importance : il y a un lien certain entre la consommation de fruits et légumes dans l'enfance, et une fois adulte.



© Michel Lavoix / Min. Agri. Fr

L'expertise scientifique collective, une synthèse critique des connaissances

L'expertise scientifique collective (ESCo) répond à une question généralement complexe posée par un commanditaire, le plus souvent un ou des ministère(s). Elle lui fournit un ensemble organisé de connaissances scientifiques, faisant la part des acquis, incertitudes, lacunes et controverses.

Une analyse de la bibliographie scientifique

L'expertise se fonde sur une recherche bibliographique qui permet de cartographier le champ des connaissances, toujours large car l'ESCo traite de problématiques biotechniques et socioéconomiques nécessitant des approches pluridisciplinaires.
Ainsi, pour « Fruits et légumes », les documentalistes ont interrogé « la » base de données des publications des scientifiques à travers le monde, le « web of science », mais aussi des bases plus spécifiques en agriculture, économie et management, médecine…
Ce corpus scientifique est complété par des publications non académiques : rapports institutionnels, articles techniques, données statistiques...

Un travail d'analyse et de synthèse collectif

Un va-et-vient s'instaure alors avec les experts pour ajuster le périmètre à prendre en compte dans la bibliographie. Pour « Fruits et légumes », les documentalistes ont fourni une liste de 3000 références scientifiques et les experts en ont retenu 1330, jugées les plus pertinentes, sur lesquelles ils ont fondé leur travail. Ensuite vient la phase d'analyse conjointe entre les experts. « *L'analyse puis la synthèse des experts ne se réduit pas à l'addition des différents points de vue, mais doit produire un travail véritablement collectif, où chaque contribution individuelle aura été examinée, discutée et enrichie au cours du débat* », résume Claire Sabbagh, qui dirige l'unité ESCo de l'Inra, cheville ouvrière de ce dispositif.

L'expertise ne donne pas de préconisations

La démarche n'aboutit pas à la formulation de recommandations ou d'avis, ni à des solutions clé en main, mais à un état des connaissances organisé et le plus objectif possible. Les travaux donnent lieu à la publication d'un rapport et d'un document de synthèse. Un séminaire de restitution à un cercle élargi de décideurs permet de partager les résultats avec les partenaires socio-professionnels concernés et éventuellement de donner une suite au travail en termes de programmation de la recherche. Un colloque public permet enfin une mise en débat plus large des conclusions.

contact : claire.sabbagh@paris.inra.fr

Autres déterminants à considérer, les perceptions et les représentations. Des caractéristiques sensorielles, comme l'aspect (couleur, taches), la saveur (acidité, amertume), l'odeur (quand elle est jugée désagréable) ou la texture (dur, fibreux, présence de graines) peuvent provoquer un rejet. Malgré l'absence d'étude globale, les facteurs sensoriels jouent souvent un rôle plus important que les informations (ou croyances) relatives à la santé par exemple. Une motivation plus cognitive que sensorielle peut également guider le consommateur. Ainsi, la mention « biologique » d'un produit augmente son appréciation, alors que les tests ne mettent pas en évidence des différences sensorielles majeures.
Moins étudiées, les représentations associées aux fruits et aux légumes sont pourtant indispensables à la compréhension des préférences des consommateurs. La recherche en marketing a notamment développé un cadre conceptuel intéressant, mais qui n'a pas encore été appliqué à la consommation de fruits et légumes. Il s'agit d'une alternative à la théorie du choix rationnel et repose sur

quatre valeurs de la consommation : hédonique (plaisir de la consommation) ; instrumentale (effets utilitaires, par exemple sur la santé) ; expression de soi (image donnée à travers la consommation) et enfin, partage (aptitude du produit à être consommé dans des situations de socialisation). Ce cadre pourrait être appliqué aux fruits et légumes pour mieux comprendre comment favoriser leur consommation.

UNE RECHERCHE

Le berceau des préférences alimentaires

L'Observatoire des préférences alimentaires du nourrisson et de l'enfant (OPALINE) est un programme de recherche commencé en 2005 pour comprendre l'origine des préférences alimentaires des tout-petits, dans un contexte où l'obésité infantile augmente. L'apprentissage du goût des aliments commence dès le septième mois de la vie utérine, mais, passé l'âge de deux ou trois ans, les habitudes alimentaires deviennent très difficiles à modifier. Les chercheurs étudient donc les comportements alimentaires de bébés de cette tranche d'âge. Les premiers résultats, présentés par type d'aliments, dont les fruits et légumes, sont attendus pour 2008. OPALINE est financé par l'Inra, l'Inserm, l'Agence nationale de la recherche (ANR), le Conseil régional de Bourgogne ainsi que par le mécénat de Blédina, CEDUS, Nestlé et Symrise.

contact : Sophie Nicklaus, chercheur à l'unité « Flaveur, vision et comportement du consommateur »
sophie.nicklaus@dijon.inra.fr

La barrière du prix et de l'accessibilité

Au cours des quarante dernières années, l'évolution des indices de prix montre en France que le prix des fruits et légumes frais a augmenté davantage que la moyenne des prix alimentaires. Cette augmentation est particulièrement marquée pour les légumes (+ 40 %). Or les consommateurs y sont très sensibles. Les fruits et légumes représentent 12 % de leur budget alimentaire, moins que la viande (23 %) et les produits céréaliers (16 %) mais autant que les produits laitiers. En cas d'accroissement du budget alimentaire, les ménages accorderaient une certaine priorité aux légumes et dans une moindre mesure aux fruits. La priorité serait cependant plus élevée pour la viande et le poisson. Les ménages pauvres achèteraient plus de fruits et légumes transformés, mais pas de produit frais, tandis que pour les populations très pauvres, les achats de fruits et légumes resteraient inchangés.



Jean-René Savini

De plus, on observe une hétérogénéité géographique. Ainsi, en France, les achats de fruits et légumes sont plus importants dans le Sud-Est et plus faibles dans le Nord-Est. Les personnes habitant dans de grandes agglomérations, Paris excepté, ont une dépense supérieure en fruits et légumes frais, alors que la dépense de produits en conserve ou surgelés est la plus forte en région parisienne. Au problème du prix peut s'ajouter celui de l'accès à l'offre. Des études anglo-saxones le confirme. Aux Etats-Unis une étude relate que sur 50 magasins visités dans le Tenessee, seulement 62 % proposaient des fruits ou légumes frais, et les tomates, par exemple, n'étaient présentes que dans 30 % des points de vente. *A contrario*, disposer d'un jardin favorise la consommation de fruits et légumes.

Enfin s'ajoute une conséquence de l'augmentation de la restauration hors foyer qui entraîne le consommateur à privilégier d'autres aliments que les fruits et légumes.

Les politiques d'intervention : quelle efficacité ?

Pour inciter le consommateur à manger plus de fruits et légumes, on peut


© Emmanuelle Petitdidier

En somme, les interventions efficaces en faveur de la consommation de fruits et légumes agissent à la fois sur l'individu et son environnement, en l'impliquant activement ainsi que son milieu social proche. En outre, les interventions combinées les plus efficaces sont à l'échelle locale.

(1) Le premier PNNS (2001-2005) a établi des repères nutritionnels qui constituent désormais la référence française officielle. Le deuxième PNNS (2006-2010) part du constat que la consommation des fruits et légumes stagne depuis les années 80.
Il recommande toujours « au moins 5 fruits et légumes par jour » et vise l'objectif de réduire le nombre de petits consommateurs.
www.sante.gouv.fr/htm/actu/pnns_060906/plan.pdf

(2) Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture : www.fao.org

intervenir de deux façons, en agissant sur l'individu ou bien sur son environnement. Les évaluations permettent de préciser ce qui est le plus efficace. En France, seuls 7 des 87 projets régionaux intégrés au premier Programme national de nutrition santé (PNNS, 2001-2005) ont fait l'objet d'une évaluation. Les analyses disponibles sont de fait essentiellement anglo-saxonnes. Avec un bémol à la clé : elles relèvent davantage de bilans quantitatifs des actions menées sur le terrain que de résultats scientifiques.
Les politiques d'intervention sur l'individu visent ses préférences ou ses motivations. L'éducation nutritionnelle est la forme la plus utilisée, devant les campagnes de recommandations ou le marketing informationnel. Le niveau de connaissance s'améliore nettement dans le cas d'actions éducatives auprès d'enfants scolarisés ou d'adultes de communautés ciblées, sans pour autant changer les comportements. C'est en milieu scolaire que les expériences sont les plus convaincantes, surtout quand elles sont relayées par le milieu familial.
Dans tous les pays où une recommandation du type « 5 fruits et légumes par jour » est mise en œuvre, - Etats-Unis, Angleterre, Irlande, Danemark, Norvège, Nouvelle-Zélande- la consommation augmente, mais de 0,2 à 1 portion en moyenne et reste sous la barre fatidique des cinq portions.
Du côté du marketing informationnel, les labels ou les étiquetages nutritionnels ont au mieux des effets nuls, et au pire, des effets contre-productifs quand ils sont perçus comme un signal négatif sur le goût de l'aliment. Cette interprétation négative sur le goût peut également survenir face à une baisse des prix. Quand on peut isoler et mesurer l'effet d'une baisse de prix, la réaction est positive, mais là encore elle peut être interprétée comme un signal négatif.

LES HABITUDES alimentaires s'installent dans la petite enfance.

+d'infos

repères en France
125 kg de légumes par an et par personne sont consommés, dont **92 kg** frais et **33 kg** en conserve et surgelés,
ainsi que **63 kg** de fruits frais, **7 kg** de fruits transformés et **23 litres** de jus de fruit.
Source : INSEE, comptabilité nationale, 2004

repères dans le monde
Consommation de **légumes** par personne :
372 g/jour en Europe
233 g/jour au Moyen-Orient
179 g/jour en Asie
150 g/jour en Amérique latine
77 g/jour en Afrique.
Consommation de **fruits** :
271 g/jour en Amérique latine
212 g/jour en Europe
204 g/jour au Moyen-Orient
85 g/jour en Asie
95 g/jour en Afrique.
Source : FAO, données 1998

Les fruits et les légumes, marqueurs sociaux

**En Europe, les catégories de faible statut socio-économique (SSE), définies essentiellement par la profession du chef du foyer, consomment peu de fruits et de légumes (frais et surgelés) et de jus de fruit. A l'exception toutefois des pays forts producteurs et consommateurs de fruits et légumes comme la Grèce, l'Espagne, le Portugal, la Pologne et la Hongrie, où les personnes de faible SSE en font une consommation élevée.
La même relation existe pour le revenu et le niveau d'éducation, qui sont aussi deux variables associées au SSE. En France, les ménages pauvres consomment moitié moins de fruits que les autres, mais aussi moins de légumes frais et surgelés, de confiture et de compote. Des études européennes montrent que les consommateurs à faible niveau d'éducation consomment également moins de fruits et légumes (hors pays méditerranéens). Selon des travaux américains, l'impact de l'éducation est même supérieur à celui du revenu.**

2 Santé
Des bénéfices globaux

Le rôle des fruits et légumes est avéré dans l'apport en micronutriments, mais des incertitudes demeurent quant à leur rôle dans la prévention de pathologies.

Trois arguments sous-tendent les bénéfices des fruits et légumes pour la santé : une contribution aux apports en micronutriments nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme, un effet protecteur contre les grandes pathologies chroniques que sont les maladies cardiovasculaires, neurodégénératives et métaboliques (diabète) et les cancers, et enfin un contenu énergétique faible, point qui devient crucial avec le développement rapide du surpoids et de l'obésité.

Des apports importants en micronutriments

Les fruits et légumes sont une source importante de vitamines, minéraux et fibres nécessaires au bon fonctionnement des principales fonctions physiologiques de l'organisme. Ils assurent une part essentielle des apports en béta-carotène et vitamine C et une part importante pour les fibres, la vitamine B9, le potassium et le magnésium. Par exemple, les caroténoïdes contenus dans les fruits et légumes de couleur orange et les légumes feuilles génèrent de la vitamine A qui joue un rôle essentiel dans la vision. Le potassium agit en étroite relation avec le sodium pour assurer le bon fonctionnement des cellules.

Il est cependant impossible de déterminer de manière globale l'apport en micronutriments à l'organisme. D'une part, parce que les teneurs de tous ces micronutriments sont très variables en fonction de la variété cultivée, du climat, des pratiques culturales, des modes de conservation et de transformation des produits ainsi que des pratiques culinaires. L'épluchage, par exemple, est un facteur majeur de la variation des teneurs de nombreux composés.

D'autre part, certains composés sont plus stables que d'autres et leur teneur se maintient plus ou moins au cours des différentes étapes du stockage et de la transformation de la transformation. Les données existantes permettent cependant de remettre en question le préjugé classique de supériorité des fruits et légumes frais : les produits transformés (conserves, surgelés, jus...) assurent une bonne préservation des teneurs en micronutriments. Celles-ci sont d'autant plus élevées que les récoltes industrielles se font plus généralement à maturité des fruits ou légumes et que la transformation intervient rapidement après récolte. S'ils ne correspondent pas à la même gamme de produits ni aux mêmes usages que les produits frais, les produits transformés ont l'avantage de la praticité, d'une disponibilité toute l'année, d'une bonne conservation à domicile et de prix plus bas que les produits frais... Leur consommation, encore minoritaire, s'accroît. Face à la baisse des achats de produits frais, c'est elle qui assure un maintien de la consommation totale de fruits et légumes.

Au bilan, l'évaluation rigoureuse des pertes en micronutriments dues au stockage ou à la transformation impose donc de prendre en compte l'ensemble de l'itinéraire suivi par le produit, depuis sa récolte jusqu'à sa consommation. L'évaluation des apports réels des fruits et légumes à l'organisme est donc extrêmement complexe.

DÉGUSTATION DE JUS à base de pommes et de carottes.


© Xavier Remongin / Min. Agri. Fr

Un effet protecteur non prouvé

L'hypothèse d'un effet protecteur des fruits et des légumes contre les grandes maladies chroniques est née de l'observation, dans les années 80, d'une corrélation entre une consommation plus élevée de fruits et légumes et un risque plus faible d'être atteint par ces pathologies.

Ces résultats doivent toutefois être nuancés car ces études comportent des facteurs de confusion liés au fait qu'il est très difficile d'isoler l'effet propre des fruits et légumes. Car leur grande consommation est générale-

ment associée à un mode de vie plus sain, globalement plus protecteur. Ainsi, les études épidémiologiques les plus récentes n'ont pas permis de conclure de manière irréfutable à l'existence d'un lien causal entre les fruits et légumes et la maladie. De tels liens restent plausibles, mais leur démonstration formelle reste à faire. Toutefois, un effet bénéfique même faible reste intéressant en terme de santé publique, c'est-à-dire à l'échelle de toute une population.

Une exposition aux pesticides sous surveillance

Près de 45% des échantillons de fruits et légumes analysés dans le cadre du plan de surveillance national présentaient en 2005 des résidus d'agents phytosanitaires et environ 7% des échantillons contenaient des teneurs supérieures aux limites maximales autorisées. Sans appréhender l'ensemble des questions relatives aux résidus de pesticides, l'expertise a souligné que l'exposition moyenne de la population reste inférieure aux valeurs toxicologiques de référence pour les risques chroniques.

Le degré d'exposition aux pesticides est quantifié de deux manières : la dose journalière admissible pour le risque chronique de long terme et la dose de référence aiguë pour le risque à court terme (un repas, un jour). Les méthodes d'évaluation usuelles comportent cependant une limite importante : elles considèrent l'exposition pesticide par pesticide, tandis que notre alimentation diversifiée nous expose aux résidus de plusieurs produits. L'Union européenne a engagé une réflexion pour de prendre en compte l'exposition simultanée et cumulée de plusieurs pesticides. La réglementation sur les pesticides devrait évoluer en fonction de ces nouvelles connaissances.

L'expertise souligne par ailleurs que le lavage et l'épluchage permettent de réduire l'ingestion de résidus de pesticides (hormis les produits systémiques qui diffusent dans l'ensemble des organes de la plante), mais l'élimination de la peau et des feuilles extérieures fait aussi disparaître une proportion importante des micronutriments, qui y sont plus concentrés. Les experts ont également pointé les concentrations croissantes en nitrates dans les sols, l'eau et les plantes, ce qui peut ajouter un autre risque pour la santé.

Ils relèvent enfin une forte progression du nombre des allergies aux fruits et légumes, qui représentent actuellement près de 60% des cas d'allergies alimentaires, tous âges confondus.

Au terme du bilan réalisé, les experts confirment l'intérêt de la consommation des fruits et légumes pour le maintien d'une bonne alimentation. La recommandation de consommer « au moins 5 fruits et légumes par jour » reste valable. Les travaux récents modèrent toutefois l'enthousiasme sur les effets protecteurs des fruits et légumes et rappellent que l'alimentation doit être envisagée dans sa globalité.



LE JONGLEUR, extrait de la série les Jardins d'étonnants de Sylvie Roche, réalisée pour le théâtre Eprouvette (Nièvre).

UNE RECHERCHE

Les propriétés nutritionnelles des fruits et légumes évoluent lors de la transformation

« Nous étudions l'impact de la transformation sur les qualités nutritionnelles des fruits et légumes, avec la tomate comme modèle des fruits charnus. Le devenir des micronutriments, tels que les polyphénols, la vitamine C, les caroténoïdes, varie selon les méthodes de transformation : cuissons, broyages, déshydratation, congélation, hautes pressions… Nous étudions actuellement l'oxydation des caroténoïdes de la tomate au cours de la transformation en sauce tomate. Le passage des polyphénols des fruits aux boissons est un sujet de recherche important. Lors de la fabrication d'un jus de pomme, certains polyphénols, solubles, diffusent dans le jus mais d'autres comme les tannins restent concentrés dans les marcs. C'est pourquoi, nous nous intéressons à l'utilisation des épluchures et des marcs, riches en composants antioxydants. Des innovations dans ce domaine font l'objet de brevets. Par ailleurs, le devenir des molécules change selon l'intensité et la durée du chauffage, le pH, l'oxygène et les ions métalliques et ce jusque dans l'estomac ! »

D'après un entretien avec Catherine Renard, directrice de recherche, unité « Sécurité et qualité des produits d'origine végétale », Avignon,
contact : catherine.renard@avignon.inra.fr

3 Agronomie

Améliorer la qualité des fruits et des légumes

L'expertise met l'accent sur la grande variabilité de la qualité nutritionnelle des fruits et légumes entre variétés et modes de production. Les recherches à l'Inra se focalisent sur des systèmes de production intégrée moins dépendants des pesticides.

Les pratiques agricoles et les facteurs génétiques ont une influence sur les qualités nutritionnelles. Les teneurs en vitamines et autres composés d'intérêt nutritionnel varient fortement d'une variété à l'autre : des écarts de 1 à 10 en glucosinolates (composés protecteurs des plantes potentiellemnt préventifs du cancer) ont été observés dans le brocoli, les teneurs en caroténoïdes (pigments précurseurs de la vitamine A) vont de 1 à 4 dans la pomme ou la tomate. Ces résultats, qui relativisent la pertinence des valeurs moyennes figurant dans les tables de composition des aliments, suggèrent aussi qu'une amélioration génétique est possible.

Améliorer la qualité nutritionnelle par la génétique

Jusqu'à présent, la qualité nutritionnelle n'a pas été au cœur des critères de sélection qui ont privilégié productivité, résistance, aspect, texture, conservation… Désormais, les technologies de marquages moléculaires et de cartographie génétique permettent de localiser les gènes contrôlant la variation de la composition en micronutriments et d'envisager des croisements valorisant ce critère.

Les variations dues à l'environnement et aux conditions de production semblent moins importantes que l'effet génétique. Une forte fertilisation azotée a cependant un effet défavorable sur la concentration en vitamine C dans les agrumes ou la tomate. En l'état actuel des connaissances, aucun mode de production, biologique, intégré ou conventionnel, ne présente d'avantage ou de désavantage particulier en matière d'accumulation des composés nutritionnels.

Des recherches pluridisciplinaires…

Au-delà de l'expertise, il nous a semblé intéressant de regarder comment la recherche agronomique peut contribuer à améliorer les fruits et les légumes en faisant appel à de nombreuses disciplines scientifiques. La connaissance génétique contribue par exemple à analyser, préserver la diversité des espèces cultivées et sauvages apparentées et à proposer de nouvelles méthodes d'innovation variétale. La physiologie décrypte les mécanismes d'élaboration de la qualité, les interactions entre la plante et ses bioagresseurs. L'épidémiologie et l'agronomie aident à optimiser les systèmes de production et à maîtriser les maladies et les ravageurs. Quant aux sciences économiques et sociales, elles étudient la faisabilité et les résultats des différents systèmes agricoles. Aujourd'hui, le défi pour les scientifiques est d'intégrer ces différentes connaissances pour concevoir des outils d'aide à la décision et des référentiels de « production intégrée ».

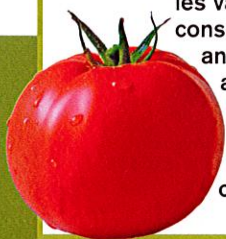
… au service d'une production intégrée

En novembre dernier, lors d'un « Carrefour de l'innovation agronomique », la protection intégrée en arboriculture était au cœur des discussions. Dès les années 1950, des entomologistes prônent la « lutte intégrée » contre les ravageurs en utilisant leurs prédateurs. La production intégrée inclut cette méthode et combine différentes techniques de culture dans une stratégie de production qui englobe les enjeux socioéconomiques.

Les travaux sur la tavelure (champignon parasite qui tache les feuilles et les fruits), maladie redoutée des pommiers, illustrent ces recherches. L'Inra a démontré que l'on peut réduire les besoins en traitements fongicides grâce à l'élimination ou à l'enfouissement des feuilles mortes (ce qui nuit

UNE QUESTION SCIENTIFIQUE : le goût des tomates

On reproche souvent aux tomates d'avoir perdu leur goût. Pourtant, les tests de dégustation en aveugle montrent que les variétés anciennes de tomate ne sont pas plus appréciées que les variétés nouvelles car elles ne sont pas assez fermes. En fait, ce sont les variétés de longue conservation créées dans les années 1980 pour améliorer la logistique commerciale qui sont responsables du mécontentement des consommateurs.



Au-delà des variétés, le goût varie selon que les tomates sont produites sous serre ou en plein champ.
De même, une tomate mûrie sur pied a meilleur goût qu'une tomate cueillie verte. Une conservation à moins 4°C casse le potentiel aromatique. Le projet européen Eusol cherche à mieux caractériser, dans le génome de la tomate, les sites génétiques impliqués dans le goût.

contact : Mathilde Causse directrice, unité Génétique et amélioration des fruits et légumes Inra , Avignon - Mathilde.Causse@avignon.inra.fr


© Frédéric Béhar / Min. Agri. Fr

> « Organiser les cultures et les paysages pour diminuer l'usage des pesticides »

RAMASSAGE de laitues. Un programme de recherche/développement sur la production intégrée de cultures légumières a été lancé le 15 novembre.

à la conservation hivernale du champignon) ou la plantation de variétés peu sensibles. Ainsi, Ariane, pomme créée par l'Inra et inscrite au catalogue officiel en 2002, possède deux gènes de résistance à la tavelure.
D'autres travaux ont montré l'intérêt des mélanges variétaux, d'un rang à l'autre ou, mieux, sur un même rang. Un essai réalisé en partenariat avec le Groupe régional d'agriculture biologique de Rhône-Alpes (GRAB) a associé une variété sensible (SmootheeR) à une autre résistante (Baujade). Ce mélange a permis de réduire le taux de fruits tavelés à la récolte de 48% à 67%, selon l'année.
Ces travaux s'appuient sur des essais conduits pour la plupart dans les stations expérimentales de l'Inra. La modélisation permet de comprendre l'impact des différents facteurs de production. Ainsi, elle a permis de vérifier que l'architecture des arbres (par exemple les pêchers) jouait un rôle plus ou moins défavorable sur le développement des parasites (moniliose).
Ces travaux prolongent un programme précurseur en France sur la « Production fruitière intégrée » que l'Inra a mené avec l'institut technique des fruits et légumes (CTIFL) entre 1999 et 2004. Un projet du même type démarre sur la production intégrée des cultures légumières, « PICleg ». Un GIS créé en novembre 2007 coordonnera sur les dix prochaines années les recherches sur la production intégrée des cultures légumières de plein champ et sous serres. Le partenariat que l'Inra entretient avec les maraîchers du Sileban, dans le Cotentin (voir encadré) s'inscrit dans ce programme national PICleg.

UN PARTENARIAT
La station expérimentale du Sileban (Nord Cotentin)

Depuis 30 ans, la Société d'investissement et de développement des cultures légumières et horticoles en Basse-Normandie, le Sileban, multiplie des démarches environnementales novatrices. Bernard Guillard, son président, en témoigne.

Quelles mesures agro-environnementales avez-vous adoptées ?
B. Guillard : Dès 1994, la filière légumière Basse-Normandie lance une démarche agro-environnementale qui aboutit à la qualification de nos produits. En 1995, la Val-de-Saire devient « région pilote » en adaptant aux légumes le règlement européen agro-environnemental. On introduit une rotation sur 30% de nos surfaces avec des céréales et une réduction de la fertilisation en azote et phosphate. Les résultats sont observables quelques années plus tard : meilleur équilibre et amélioration de la structure des sols. On franchit une étape, entre 2000 et 2006, 180 producteurs signent des Contrats territoriaux d'exploitation (CTE), soit 80% de la sole légumière concernée, 6000 ha. Le Sileban mesure les effets probants sur les sols et sur la qualité des eaux souterraines. Alors que les résultats de nos forages étaient tous au-dessus de 50mg/l de nitrate en début du programme, la plupart sont passés en dessous de ce seuil. Les producteurs ont bien réalisé que les rendements augmentaient, la qualité des légumes aussi tandis que les coûts de revient baissent. On se lance maintenant dans de nouvelles mesures agro-environnementales. L'objectif : organiser nos cultures et nos paysages pour abaisser la pression parasitaire et diminuer le besoin en pesticides. Au-delà de la rotation, on veut créer des zones de régulation écologique sur 15% des surfaces. Ces zones sont des bandes non productives (couvert non encore défini) disposées judicieusement dans le parcellaire comme « garde-manger » des auxiliaires des cultures.

Quels sont les projets communs avec l'Inra ?
B. G. : La connivence avec l'Inra date de 1981, avec le détachement d'une ingénieure à l'Inra à Rennes. Elle a abouti en 1996 au montage d'un programme « carotte » élargi au niveau national. Il a mis en avant les effets bénéfiques de l'interculture sur les processus épidémiques de maladies transmises par le sol.
Nous sommes engagés dans PICleg ainsi que dans un PSDR (Programme pour et sur le développement régional) prenant en compte le volet socio-économique grâce à des crédits du Conseil régional.

4 Filières

Vers une segmentation croissante du marché

La diversité des filières fruits et légumes rend complexe une approche économique globale du secteur.

Des prix en hausse pour le frais...

Le prix de vente des fruits et légumes frais n'a pas suivi la baisse enregistrée par la plupart des produits agricoles. L'importance de la main-d'œuvre dans les coûts de production et le faible niveau des soutiens publics aux producteurs (contrairement aux grandes cultures ou à l'élevage par exemple) représentent une partie de l'explication associée au fait que les producteurs ont partiellement conservé les gains de productivité réalisés au cours des quinze dernières années. Ceci leur a permis de compenser, en quelque sorte, la forte chute des revenus au début des années 90. Malgré tout, le secteur reste marqué par une forte hétérogénéité, une fraction significative des exploitations ne dégageant que de faibles revenus.

Le secteur subit des crises qui tiennent essentiellement à l'impossibilité d'ajuster l'offre à court terme en périodes d'excédents dans un secteur de produits périssables.

...en baisse pour les produits transformés

Le secteur des fruits et légumes transformés s'inscrit dans une logique économique différente. Les producteurs (ou leurs interprofessions) passent contrat avec les transformateurs. Les marques de distributeurs sont nettement plus développées que pour la moyenne des produits de l'agro-alimentaire : elles représentent plus de la moitié du marché en valeur des légumes surgelés et un peu moins pour les légumes appertisés. Classiquement, les prix de détail et le partage de la valeur sont influencés par le degré de concentration des entreprises industrielles et de distribution ainsi que par la réglementation sur les règles de concurrence encadrant ces relations, dont la pertinence est aujourd'hui remise en question.

RAYON BIO dans un supermarché



Concurrence des produits importés

La protection aux frontières européennes représente l'instrument majeur de régulation des marchés de fruits et légumes. Pour les légumes, deux tiers des importations proviennent d'un autre pays européen (Espagne principalement) ; les pays méditerranéens représentent 60% des importations de pays tiers. Les fruits sont importés d'Europe et de l'hémisphère sud, les produits exotiques (bananes, ananas) et de contre-saison (pommes, poires) représentant une part importante de la demande.

Des gammes de produits différenciées

Le secteur des fruits et légumes frais a cherché à accroître sa valeur ajoutée en élargissant la gamme des produits offerts aux consommateurs. Cette stratégie est surtout le fait des marques de distributeurs, les signes officiels de qualité (AOC par exemple) et les marques de producteurs étant peu nombreux. Cette segmentation repose sur des critères de calibres, de variétés, de conditionnement ou encore de modes de production. La segmentation a mo-

difié les modalités d'approvisionnement de la grande distribution en introduisant des relations plus contractuelles avec les organisations de producteurs. Ces démarches de segmentation du marché constituent un trait majeur de l'évolution de l'offre. Elles visent à « discriminer » les consommateurs au regard de leurs dispositions à payer des fruits et des légumes haut de gamme, « bio », de marques ou « génériques ».

Une co-régulation de la qualité sanitaire

Sur le plan sanitaire, la dernière décennie a vu le renforcement de la réglementation publique et le développement de normes privées (individuelles ou collectives) qui s'ajoutent aux obligations réglementaires. Les distributeurs, en particulier, les utilisent pour différencier leur offre en communiquant auprès des consommateurs sur les garanties qui leur sont données.
De fait, dans ce secteur, les normes publiques et privées forment un système de « co-régulation » des questions sanitaires.
Bien sûr, la multiplication des standards et normes a un impact sur l'accès aux marchés, notamment d'importation des pays tiers. Des travaux ont mis en évidence leur rôle de « barrière » aux frontières européennes. Le Royaume-Uni, par exemple, n'importe plus de fruits et légumes en dehors du référentiel européen de bonnes pratiques agricoles « Eurepgap ».

Freins aux échanges Europe-Méditerranée

Le projet européen « EU-MED AGPOL » coordonné par l'Institut d'agronomie méditerranéen a réuni des chercheurs d'équipes européennes et de pays du sud de la Méditerranée. Ils ont étudié l'incidence de la libéralisation des échanges de fruits et légumes entre l'Union européenne (UE) et les pays méditerranéens, prévue à l'échéance 2010, selon les accords commerciaux conclus lors de la conférence de Barcelone en 1995. Parmi les produits agricoles, les fruits et légumes forment un secteur sensible de part et d'autre de la Méditerranée. Les outils de protection douanière qui leur sont appliqués constituent un système complexe. Les chercheurs ont mesuré l'avantage dont bénéficient actuellement les pays méditerranéens vis-à-vis des autres fournisseurs de l'UE. Les situations sont contrastées : le Liban ou la Turquie ne paient pas de taxes lors de l'entrée de la plupart de leurs exportations sur les marchés européens, Israël bénéficie de peu d'avantages commerciaux ; le Maroc a, quant à lui, négocié des accès préférentiels pour ses principales exportations, les tomates notamment. En confrontant ces informations à une modélisation économétrique des flux d'importations de l'UE, la deuxième étape de la recherche a permis de comparer l'impact de ces barrières douanières et des autres freins aux échanges. Parmi les coûts qui limitent les échanges, le transport est déterminant pour les fruits et légumes, surtout les plus périssables ; les mesures dites non tarifaires telles que les normes (sanitaire, qualité…) constituent également des barrières.

contact : Emmanuelle Chevassus-Lozza, Laboratoire d'études et recherche en économie, Lereco, Inra, Nantes
emmanuelle.chevassus@nantes.inra.fr
http://eumed-agpol.iamm.fr

Comment augmenter la consommation ?

Au-delà des éléments déjà rapportés, les implications, pour la filière, d'une politique d'accroissement de la consommation des fruits et légumes n'ont été que peu étudiées jusqu'à pré- ➜

Un groupe « filière fruits et légumes » au sein de l'Inra

TÉMOIGNAGE DE…

Benoît Jeannequin, DIRECTEUR DU DOMAINE EXPÉRIMENTAL HORTICOLE DU MAS BLANC DE L'INRA, À ALENYA (66)

« Le groupe filière « Fruits et légumes » de l'Inra a pour mission de favoriser les interactions avec les partenaires socio-économiques et de contribuer à construire avec eux des orientations de recherche. Françoise Dosba et moi-même sommes chargés d'animer ce groupe de dix chercheurs relevant de disciplines scientifiques allant de la biologie moléculaire à l'économie.
En 1999, nous avons commencé par dresser un état des lieux des recherches conduites à l'Inra, de manière à faire ressortir les forces mais aussi les limites voire les lacunes dans certains domaines. L'exercice a été réactualisé cette année avec l'appui de documentalistes pour analyser l'évolution des programmes de recherche.
Par ailleurs, nous nous sommes mobilisés sur un second chantier plus prospectif portant sur l'évolution des filières fruits et légumes. Si le travail de recueil de données a été fastidieux, en revanche la confrontation des analyses avec les acteurs professionnels et institutionnels a donné lieu à de passionnantes réunions ! Ce travail a abouti à l'édition d'une synthèse dans laquelle sont présentées les caractéristiques des filières ainsi qu'un diagnostic mettant en relief les principaux facteurs de préoccupation dans un contexte de concurrence accrue.
Avec l'appui de l'unité prospective de l'Inra, nous avons élaboré une note synthétique identifiant des scénarios à quinze ans, pour le secteur des fruits et légumes. Elle a également alimenté la discussion lors des rencontres que nous organisons entre acteurs et chercheurs pour identifier des orientations de recherche. Nous attachons une grande importance à consulter l'ensemble des partenaires du secteur afin de s'appuyer sur ce regard le plus large possible pour mieux identifier dès aujourd'hui des cibles de recherche qui permettront de répondre aux enjeux et aux problèmes de demain. »


© Pascal Baudry / Min. Agri. Fr

> La segmentation du marché offre au consommateur des produits de qualités différenciées

ARRACHAGE de carottes en pleine terre.

sent. Les objectifs actuels de santé publique appellent la recherche à consolider les connaissances et à concevoir des outils d'aide à la décision pour augmenter leur consommation. Les pistes de réflexion s'orientent vers l'utilisation simultanée de l'ensemble des leviers d'action en complétant les politiques d'information par des politiques d'offre. Dans cette optique, un élargissement de la gamme offerte aux consommateurs associant, d'un côté, une baisse des prix sur les segments de produits génériques et, d'un autre côté, une amélioration de la qualité sur les segments de produits différenciés pourrait constituer une voie intéressante. Cela suppose une politique volontariste.

Lors du colloque de restitution des résultats de l'expertise, le ministre de l'Agriculture, Michel Barnier, a affirmé ouvrir ce chantier en commençant par un programme de distribution de fruits dans les écoles.

Etude bibliométrique des publications scientifiques de l'Inra concernant les fruits et légumes

Examiner les publications scientifiques des chercheurs travaillant sur la filière des fruits et légumes, toutes disciplines confondues, donne une vision du positionnement quantitatif et qualitatif des travaux de l'Inra. Une analyse bibliométrique a ainsi interrogé la base de données internationale de référence, le « *web of science* » (WOS). Sur la période 2000-2005, 1 211 articles y sont indexés. Ils relèvent principalement des domaines suivants : santé des plantes, agronomie, génétique, agroalimentaire et alimentation. Les espèces les plus étudiées sont : tomate, pois et haricot, pomme, pêche, raisin de table et agrumes. Les sciences sociales, mal couvertes par le WOS, sont de ce fait sous représentées. La majorité des articles est cosignée avec un ou plusieurs partenaires, principalement originaires des Etats-Unis ou d'Europe. Enfin, les revues dans lesquelles paraissent les articles ayant un auteur Inra sont pour plus de la moitié des revues de notoriété « excellente ».

+d'infos

Expertise Fruits et légumes
Rapport d'expertise « Les fruits et légumes dans l'alimentation - enjeux et déterminants de la consommation » Pierre Combris, Marie Josèphe Amiot-Carlin, France Caillavet, Mathilde Causse, Jean Dallongeville, Martine Padilla, Catherine Renard, Louis-Georges Soler (éditeurs)
www.inra.fr/les-partenariats/expertise

livres :
Histoire et amélioration de 50 plantes cultivées, Claire Doré, Fabrice Varoquaux, Ed.Quae - 2006
Fruits et légumes, caractéristiques et principaux enjeux. Un point sur la filière, Benoît Jeannequin, Françoise Dosba, Marie Josèphe Amiot-Carlin, Ed. Quae - 2005
Histoires de légumes des origines à l'orée du XXIe siècle, Michel Pitrat, Claude Foury, Ed. Quae - 2003

web :
Recherche sur le végétal
www.inra.fr/internet/Directions/PPV
Carrefour innovation agronomique
www.www.inra.fr/ciag

Pôles de compétitivité :
Avignon : Pôle Européen d'Innovation Fruits et Légumes
Dijon : Vitagora « Goût - Nutrition - Santé »
Angers : Vegepolys (semence, maraîchage, arboriculture, plantes aromatiques)

contacts :
claire.sabbagh@paris.inra.fr (expertise scientifique collective à l'Inra)
pierre.combris@ivry.inra.fr (coordination expertise Fruits et légumes)
cepia@nantes.inra.fr (procédés de transformation)
alimh@clermont.inra.fr (alimentation humaine)
christine.charlot@paris.inra.fr (plante et produits du végétal)
philippe.lucas@rennes.inra.fr (PicLeg)
benoit.jeannequin@supagro.inra.fr (filières légumes)
dosbaf@supagro.inra.fr (filières fruits)

Le Centre de microbiologie du sol et de l'environnement


© Inra / Gérard Simonin

LE NOUVEAU BÂTIMENT inauguré le 30 novembre 2007

repères

52 chercheurs
28 ingénieurs
37 techniciens
25 doctorants
6 post-doctorants
16 contractuels

« *Tous dans un même bâtiment, nous serons plus visibles à l'international* ». Au-delà de GoogleEarth, cette remarque souligne ce que les chercheurs en microbiologie du sol et de l'environnement espèrent de la dynamique en cours. Le nouveau bâtiment matérialise la reconnaissance d'une discipline scientifique montante, l'écologie microbienne et les relations microbes-plantes. Il affiche aussi l'importance du site dijonnais dans un domaine porteur : le renforcement de la microbiologie des sols est l'une des treize mesures en faveur de la biodiversité retenues par le Grenelle de l'environnement.

Plateaux techniques

De conception résolument moderne, l'architecture privilégie aussi la sécurité et la rationalité des installations scientifiques. Une coursive entièrement vitrée faisant le tour d'un large patio intérieur dessert les labos dont la cloison vitrée procure un éclairage naturel sans réverbération directe du soleil et offre une vue sur les « manips ». L'atmosphère dépressurisée ou en surpression évite que les contaminants n'entrent ou ne sortent des laboratoires. Tout cela prolonge la démarche qualité que Philippe Lemanceau, directeur de l'une des deux unités de recherche qui a investi les lieux, a mis en place avec deux animatrices qualité. Outre les laboratoires de microbiologie pasteurienne, un ensemble d'équipements de microscopie (confocale, à balayage, à transmission, à dissection laser) et de génotypage apportent au lieu une véritable plus value scientifique. Structurés en plateaux techniques, ils sont ouverts à tous les scientifiques du « Grand campus dijonnais ». Au rez-de-chaussée une zone est dédiée aux expériences utilisant la radioactivité. Fabrice Martin, particulièrement soucieux de l'ouverture de la recherche, pilote depuis 2003 ces services mutualisés (Sercobio).

Les quelque 180 personnels qui peuplent le Centre de microbiologie du sol et de l'environnement (CMSE) se partagent entre deux unités mixtes de recherche associant des chercheurs de l'Inra, du CNRS, de l'université de Bourgogne et des « visiteurs » étrangers. L'une des unités est centrée sur l'écologie microbienne du sol et de l'environnement (MSE) et l'autre sur les interactions entre plantes, microbes et environnement (PME). Complémentaires dans leurs recherches, les uns et les autres vont devoir faire culture commune.

Décrire la flore microbienne des sols

Un premier pan de travaux s'attache à décrire la diversité de la flore bactérienne et fongique, évaluée à 10^4 ou 10^5 espèces différentes par gramme de sol. Lionel Ranjard chercheur de l'unité MSE travaille sur la

caractérisation de l'ADN extrait des 2200 échantillons du Réseau de mesure de la qualité des sols français (RMQS) piloté par l'Unité Infosol de l'Inra à Orléans. Enregistrées dans une « DNAthèque », les données permettent des comparaisons selon l'usage du sol (agricole, forestier, urbain), l'évolution des pratiques ou du climat, mais aussi de mesurer les conséquences d'une pollution industrielle pour le sol. La modélisation en croisant biologie, cartographie et géostatistique représente la façon dont la biodiversité microbienne se régule. « *Les chercheurs ont ainsi observé une répartition hétérogène mais structurée de la flore microbienne des sols franciliens selon un transect lié au pH* », illustre Lionel Ranjard. Une autre question taraude les chercheurs : le fonctionnement de l'écosystème est-il affecté lorsque la biodiversité microbienne est réduite ? Des études ont montré que non, en situation « standard », mais qu'en est-il en conditions plus extrêmes ? Laurent Philippot va tâcher d'élucider ce point, en Suède, à partir des données d'une station expérimentale fonctionnant depuis 1956.


© Inra / Gérard Simonin

Ça bouge à Dijon !

C'est une mue imprévisible qu'opère cette année le campus scientifique de Dijon ! Le bâtiment du CMSE précède un réaménagement qui va relier par une esplanade l'Inra et l'université. D'autres frontières s'effacent. Le CMSE et deux autres unités de recherche vont constituer une opération structurante sur l'« agro-écologie de la parcelle cultivée ». Créée en 2007, la Fédération de recherche Buffon - du nom du célèbre naturaliste bourguignon du siècle des Lumières - chapeaute dorénavant l'ensemble des recherches régionales sur l'agro-environnement. Depuis juillet, le GIS Agrale englobe la recherche (université, Inra, CNRS) et les écoles supérieures agronomiques, Enesad et Ensbana. Un Centre régional d'innovation de transfert technologique (CRITT) Agro-environnement est né début 2007.

Symbioses microbes-plantes

Si l'activité des microorganismes est globalement peu connue, on utilise déjà en agriculture le fait qu'une part de la flore du sol bactérienne (*Rhizobium*) et fongique (champignons mycorhizogènes) entretient des symbioses avec les plantes. D'un côté, les microbes colonisent les racines et se nourrissent des molécules évacuées par exsudation : 30 à 40% de l'énergie de la plante est ainsi libérée au profit du cortège microbien avoisinant. De l'autre, la microflore facilite l'absorption par les racines de composés organiques et minéraux qu'elle transforme en nutriments (carbone, azote...) accessibles à la plante. Les champignons mycorhizogènes développent également des hyphes, longs filaments qui absorbent, stockent et transportent les éléments nutritifs jusqu'à la plante. Ces hyphes connectent les racines entre elles constituant un réseau de communication, à la manière d'un Internet souterrain. C'est un des arguments en faveur du semis direct : il ne casse pas cette structure de coopération.

Par ailleurs, les microorganismes du sol développent autour des racines un environnement antagoniste aux pathogènes qui ont du mal à s'implanter. Ce qui confère aux sols une certaine résistance aux maladies d'origine tellurique. « *L'activité symbiotique microbes-plantes contribue également à la santé des plantes* », complète Vivienne Gianinazzi-Pearson, directrice de l'Unité PME qui mène sur ce sujet un programme avec la Chine et le Brésil. Françoise Simon-Plas et Xavier Daire étudient, eux, les mécanismes de défense dus à des microorganismes non symbiotiques (du sol ou de l'air) lesquels alertent la plante et induisent une cascade de réactions activant ses défenses. « *Cette biotechnologie douce est une alternative aux pesticides ou aux OGM. Trois entreprises commercialisent en France de tels métabolites (appelés éliciteurs) en s'appuyant sur les travaux de l'Inra* », complète Silvio Gianinazzi, coordinateur du CMSE. Les chercheurs explorent comment générer cet état de résistance uniquement autour du point d'attaque du pathogène afin de solliciter le moins possible les ressources de la plante.

Services écosystémiques

Les micro-organismes ont également un rôle détoxifiant du sol. Ils sont capables d'utiliser la matière active des pesticides comme une source de nutriment et de diminuer ainsi leur demi-vie dans le sol. C'est sur ces processus que travaille Fabrice Martin. Une récente innovation valorise cette compétence pour décontaminer les effluents phytosanitaires dans des « biobacs » en sortie de champ.

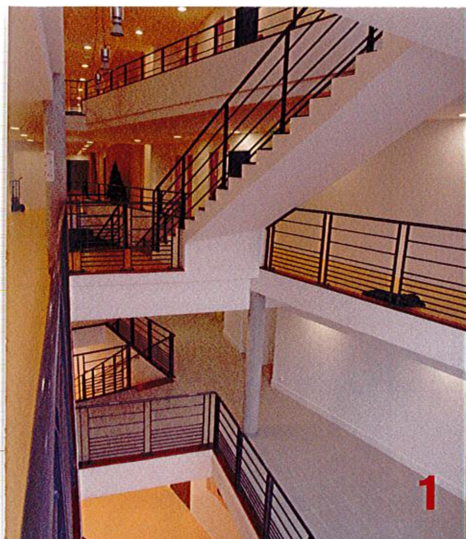
Cette biodégradation vaut aussi pour les composés azotés, l'enjeu étant alors la lutte contre le réchauffement climatique. Selon la nature de la microflore et la structure du sol, l'azote soluble est réduit en N_2 ou en N_2O. Le premier est le principal constituant de notre atmosphère, le second, un gaz à effet de serre. Comprendre le mécanisme à l'œuvre permet d'une part d'orienter les agriculteurs vers des pratiques agricoles (labour, pH, choix culturaux) favorables à la réduction en N_2 ; et d'autre part, de prédire les flux de N_2O dégagés dans l'atmosphère par les microorganismes d'une parcelle cultivée. ●

Catherine Donnars
et Gérard Simonin
reportage photo : Christophe Maître

repères

Financement du bâtiment
10,35 millions d'euros
57% Conseil régional
43% Inra

+d'infos
web :
www.dijon.inra.fr
www.dijon.inra.fr/pme
www.dijon.inra.fr/biotec
contacts :
philippe.lemanceau@dijon.inra.fr
vivienne.gianinazzi@dijon.inra.fr
silvio.gianinazzi@dijon.inra.fr



1 **ESCALIER ET PALIERS** desservant les trois étages du bâtiment.

2 **VUE SUR LES LABORATOIRES** à partir d'un couloir circulaire vitré.

3 **FABRICE MARTIN,** directeur de recherche et Muhammad Anees, thésard pakistanais préparant des échantillons d'ADN de sol.

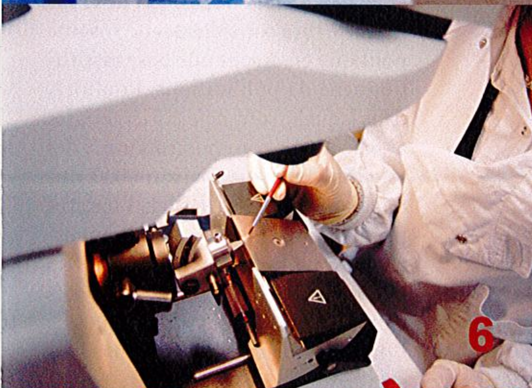


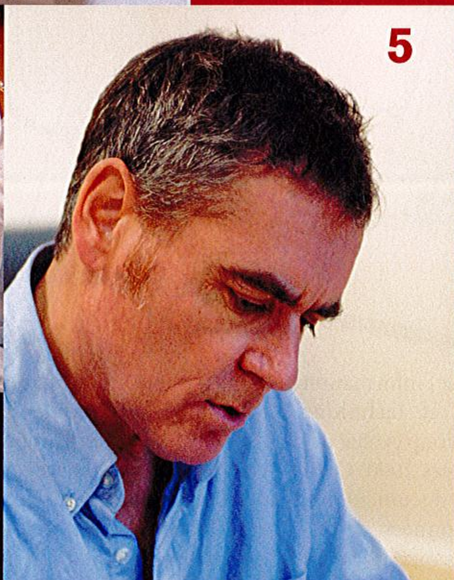


4 **FRANÇOISE SIMON-PLAS,** chercheuse, unité de recherche Plantes-microbes-environnement.

5 **PHILIPPE LEMANCEAU,** directeur de l'unité de recherche Microbiologie du sol et de l'environnement.











© Inra / Christophe Maître

6 **RÉALISATION DE COUPES SEMI FINES** d'échantillon de racines à l'aide d'un microtome à paraffine.

8 **CHRISTINE ARNOULD** visualisant une expérience à l'aide du microscope optique confocal.

7 **RÉGÉNÉRATION** de variétés fruitières régionales.

9 **VISUALISATION** de l'expression des gènes ribosomiques sur des spores de *Glomus intraradices*.



© Inra / P. seddas, C. Arnould

un métier

INFORMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

L'information scientifique a basculé vers le « tout numérique »

« L'Internet a fondamentalement transformé les réalités matérielles et économiques de la diffusion de la connaissance scientifique et du patrimoine culturel. Pour la première fois, l'Internet nous offre la possibilité de constituer une représentation globale et interactive de la connaissance humaine, et la garantie d'un accès mondial ».

Déclaration de Berlin sur le libre accès, octobre 2003.



Illustration : Julie Blanchin

Le domaine de l'information scientifique et technique (IST) a beaucoup évolué depuis les années 2000. Qu'il s'agisse de recherche documentaire, de traitements des données, de diffusion des articles, les méthodes ont changé avec Internet. Avec l'accès aux revues électroniques et l'usage de Google comme moteur de recherche les documentalistes ne sont plus un passage obligé.

A l'Inra, le « grand virage » vers le numérique date de 2002. L'Institut ouvre une plateforme d'accès interne aux revues électroniques éditées par Elsevier, un des principaux éditeurs scientifiques privés. C'est la première étape d'une politique nationale d'acquisition de ressources électroniques. Aujourd'hui, depuis leur poste de travail, les chercheurs accèdent à plus de 3000 abonnements électroniques et plébiscitent ce service. A Versailles on est passé de 400 abonnements - « papiers » début 2000 à une dizaine actuellement. Quant à la salle de lecture, elle a été transformée, en partie, en bureaux et salle de réunion !

Le libre accès

En corollaire du développement d'Internet, l'Inra accompagne, depuis 2004, le mouvement en faveur du libre accès aux connaissances scientifiques (open access) et à leur diffusion dans des « archives ouvertes » (open archive). En France, de nombreux organismes de recherche publics ont signé la déclaration de Berlin qui affirme entre autres que « *nous remplissons imparfaitement notre mission de diffusion de la connaissance si l'information n'est pas mise rapidement et largement à la disposition de la société.* » L'Inra concrétise cette volonté politique en créant une base institutionnelle de publications, Prodinra, dans laquelle sont répertoriés tous les articles, livres, communications… des scientifiques, soit environ 6000 publications par an. De plus, l'Institut participe au projet d'archives ouvertes nationales (HAL) avec le CNRS et d'autres partenaires. Les comités éditoriaux des revues scientifiques de l'Inra intègrent cet objectif dans leur stratégie ce qui suppose de revoir parallèlement le modèle économique des revues. En effet, on passe d'un modèle où le lecteur paie un abonnement à un modèle où l'auteur paie pour être diffusé. Cette libre diffusion sur Internet accroît significativement les citations des articles.

Des projets collectifs

Les nouvelles technologies de recherche et de gestion de l'information font émerger de nombreux projets qui impliquent collectivement documentalistes, terminologues et scientifiques. Une coopération se développe au sein de l'Inra et entre organismes de recherche. Les Editions

Quæ qui réunissent les services « édition » du Cirad, du Cemagref, de l'Ifremer et de l'Inra, démarrent un projet d'édition scientifique numérique. L'idée est de concevoir des produits éditoriaux multi-supports. Un accord avec Google print a déjà été signé. L'Inra s'implique dans un projet de bibliothèques numériques avec le Cemagref, le Cirad, l'IRD ; dans le projet Termsciences (sur la terminologie) avec le CNRS (Inist) et d'autres partenaires, etc. De même, nous négocions dorénavant collectivement l'achat des ressources électroniques d'Elsevier (*Science direct*) ou de Thomson scientific (*Web of science* et *Journal Citation Reports*). De plus, l'organisation régionale de la recherche (en pôles et réseaux thématiques de recherche avancée) nous incite à nous préparer à des partenariats régionaux.
En revanche, nous n'avons pas encore franchi l'étape européenne en répondant aux appels d'offre IST. Nous n'en avons d'ailleurs pas forcément les capacités ni l'objectif aujourd'hui. Ce qui n'empêche pas les documentalistes d'être souvent sollicités dans les projets européens montés par les scientifiques.

Spécialisations

Malgré ces bouleversements, les documentalistes continuent d'avoir un socle commun de compétences : le traitement de l'information. Mais l'évolution technologique et les besoins des scientifiques les orientent vers des spécialités : veille stratégique ou partenariale, gestion des connaissances (relier les connaissances des experts avec des sources d'information diverses), bibliométrie. Celle-ci se développe avec la demande croissante d'indicateurs pour caractériser l'activité scientifique. Les documentalistes doivent également transférer leurs savoirs. Le projet « MISTer » de formation des doctorants à l'IST est par exemple validé par les écoles doctorales.
Enfin, pour mieux définir le positionnement de l'IST à l'Inra, nous avons lancé, il y a un an, un chantier dénommé « FuturIST » qui identifie les besoins des scientifiques, les services à rendre et précise les compétences et l'organisation pour rendre les services. Ce projet initié par la direction de l'Inra implique l'IST, la DRH, les documentalistes et les scientifiques. Cette vaste réflexion nous est enviée par les documentalistes d'autres organismes. ●

D'après un entretien avec Odile Hologne, directrice déléguée à l'Information scientifique et technique
C. D.

repères

Plus de **150** documentalistes travaillent à l'Inra.

+d'infos

web :
www.inra.fr/intranet-ist
www.inra.fr/prodinra
www.termsciences.fr
Libre accès :
http://openaccess.inist.fr et
www.archives-ouvertes.fr
www.avignon.inra.fr/information_documentation_produits/documentation_information_scientifique_et_technique/projets/le_projet_ontofruit

Verbatim de trois responsables IST

Formation « *Les chercheurs sont demandeurs de formation car ils passent beaucoup de temps dans la recherche d'informations. A Avignon, nous organisons de 5 à 6 sessions thématiques deux fois par an. 70 personnes se forment, soit 10% de l'effectif. L'idée est d'enclencher une dynamique, en parallèle de l'accompagnement des documentalistes rattachés aux unités de recherche* » Pascal Aventurier, Avignon.

Livres « *On n'a plus ni livre, ni revue sauf nos propres revues de l'IST* » M.C. F.
« *Etant responsable de la bibliothèque de l'école Montpellier Supagro, les rayonnages de livres et de revues sont encore alimentés contrairement aux bibliothèques des centres Inra. Ce sont mes antidépresseurs, face au monde virtuel* » Dominique Fournier, Montpellier.

Veille stratégique
« *Le département santé animale a ouvert en 2005 un service de veille réglementaire auquel participent une trentaine d'experts de différents organismes. Aujourd'hui, environ 400 inscrits utilisent ce service. Nous travaillons maintenant à un bouquet d'outils de veille sur les innovations industrielles, les évènements (appels d'offre, bourses, colloques), ou sur des aspects en direction des filières...* »
Marie-Colette Fauré, Toulouse

Publications « *Valoriser les publications Inra, c'est les rendre visibles par les moteurs de recherche. La saisie dans ProdInra est une tâche qui peut paraître ingrate mais dont la valeur ajoutée réside dans le résumé, les adresses, les références qu'ajoutent les documentalistes.* » D. F.
« *Déposer un article directement dans les archives ouvertes est une démarche plus difficile que de consulter ces archives... Les chercheurs peuvent déposer des versions « post-print » ou « pre-print » ce qui permet de faire connaître leurs travaux tout en publiant dans des revues* » P. A.

Jeunes chercheurs
« *Notre investissement se porte sur les doctorants, dont le cursus les oblige à suivre des modules de formation à l'IST.* » D. F.

Base de connaissances « *Nous travaillons sur un outil de représentation des connaissances scientifiques horticoles, qui constituera un référentiel pour tous les scientifiques du domaine et une interface innovante (graphe) pour rechercher l'information. Les chercheurs prennent conscience qu'il faut de nouveaux outils pour extraire l'information utile, noyée dans des masses documentaires croissantes.* » P. A.

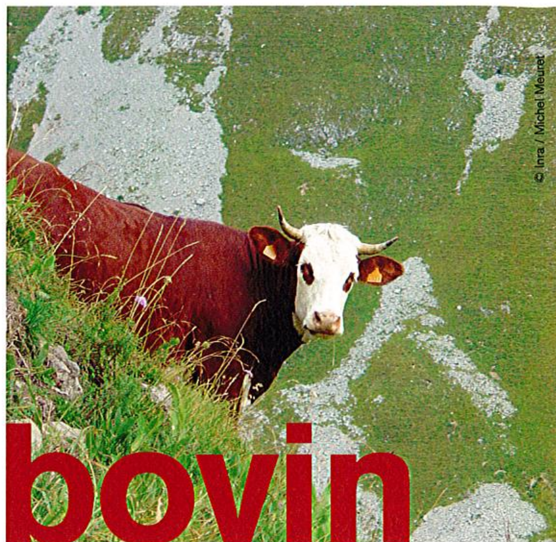
Bibliométrie « *Dans l'expertise scientifique sur les fruits et légumes, la base bibliographique permet de construire un corpus scientifique sur des problématiques sociétales. Dans l'analyse bibliographique des recherches Inra sur les filières fruits et légumes, la base biblio est un indicateur du positionnement scientifique de l'Institut* » D. F.

REPORTAGE

un colloque

PROSPECTIVE AGRICULTURE 2013

Le rôle territorial de l'élevage bovin



L'Inra, dans le cadre d'un partenariat avec le Crédit Agricole et Groupama, vient de conclure une étude prospective sur l'agriculture européenne et française à l'échéance 2013. Parmi les résultats, l'Institut souligne un risque de fragilisation du secteur bovin. Vincent Chatellier, un des économistes ayant contribué à cet exercice prospectif, nous explique pourquoi et sur quels aspects.

En tant qu'économiste, quelles particularités avez-vous rencontré dans cet exercice prospectif ?

Vincent Chatellier : Les modèles utilisés en économie cherchent à mieux appréhender l'évolution des volumes de production, de consommation, d'exportations et d'importations, et l'évolution des prix. En revanche, ils sont à ce jour moins bien armés pour rendre compte des conséquences environnementales et territoriales. Cette insuffisance nécessite le recours à des approches multidisciplinaires comme cela a été privilégié dans cette étude prospective. Par ailleurs, il est difficile d'anticiper sur les chocs climatiques et sur les crises sanitaires. Pourtant les effets peuvent être substantiels tant à l'échelle d'une petite région agricole que d'un pays. Par exemple, la sécheresse persistante en Australie, la crise de l'ESB et la fièvre catarrhale ovine ont interféré de manière inattendue sur l'évolution de l'offre et sur les flux commerciaux.

Quelles politiques pèsent le plus sur l'avenir du secteur bovin entre la PAC, l'OMC et l'impact d'un développement des biocarburants ?

V. C. : Ces trois éléments sont imbriqués. La Politique agricole commune (PAC) aura, comme par le passé, une influence déterminante sur le secteur bovin. Malgré les ajustements envisagés par la Commission européenne, les aides directes continueront de jouer à moyen terme un rôle important dans le revenu des éleveurs. Les critères de conditionnalité du soutien européen modifieront la manière dont seront traduits les enjeux environnementaux et sanitaires liés à l'élevage. La baisse des droits de douane envisagée par l'Organisation mondiale du commerce (OMC) nuit à la compétitivité de la viande bovine européenne qui sera compensée par un recours accru aux importations. Dans le secteur laitier, les importations resteront limitées (2% à 3% de la consommation européenne). Le développement des biocarburants devrait, quant à lui, avoir une incidence hétérogène sur les systèmes d'élevage selon leur degré d'achat en céréales (dont le cours serait en hausse) et leur recours aux tourteaux protéiques (coproduits des biocarburants d'où un prix en baisse).

Quelle analyse faites-vous des récentes propositions de réforme de la PAC émises par la Commission européenne ?

V. C. : L'abandon des quotas laitiers à l'horizon de 2015 suscite d'intenses réflexions en France, où les pouvoirs publics ont toujours joué un rôle important dans la régulation de ce secteur, ce d'autant que les quotas poursuivaient un objectif concomitant d'aménagement du territoire en « fixant » le volume de production par département. Dans le secteur allaitant, le découplage* total des primes laisse peser le risque d'une délocalisation partielle de la production, au détriment des zones de montagne ou intermédiaires. L'homogénéisation progressive du paiement unique par hectare, l'accentuation du taux de modulation des aides et le basculement de crédits vers le développement rural préconisés par la Commission pourraient être globalement favorables aux activités d'élevage et plus particulièrement aux systèmes herbagers extensifs. L'exercice prospectif met en évidence le besoin de politiques publiques ciblées sur les élevages à l'herbe (bovin et ovin) compte tenu de leurs rôles environnemental et territorial. Il souligne aussi que tout autant que soutenir les revenus agricoles, il conviendra de leur apporter une stabilité, en associant instruments individuels et collectifs, privés et publics, de gestion des risques et des crises. ●

Propos recueillis par C. D.

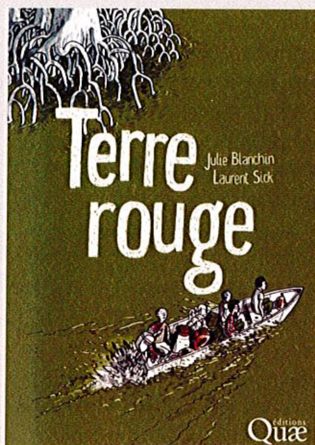


Vincent Chatellier, Inra, Nantes.

* Avec le découplage, le soutien n'est plus lié à l'acte de production. Comme dans le cas du paiement unique, il est attribué forfaitairement sur la base d'un montant historique de paiements alloués aux exploitants.

+d'infos

- Les résultats de la prospective agriculture 2013 sont présentés en trois fascicules « résultats et enseignements principaux par scénario », « résultats et enseignements principaux par thème » et « objectifs et méthodologie » www.inra.fr/agriculture2013
- Evolution de la Politique agricole commune, *Inra Sciences sociales* - septembre 2007 www.inra.fr/internet/Departements/ESR/publications/iss/iss07-2.php
- « Bilan de santé » PAC ec.europa.eu/agriculture/capreform/index-fr.htm
- www.inra.fr/unite-prospective
- www.inra.internet/Departements/ESR/





Une BD sur les recherches en Guyane

TERRE ROUGE
Julie Blanchin, Laurent Sick
ÉDITIONS QUAE, 2007, 110 PAGES CD ROM INCLUS, 25 €

Terre rouge est une bande dessinée racontant l'expédition de deux jeunes gens en Guyane auprès d'équipes de recherche en écologie forestière. Interview croisée de Stéphane Ponton, chercheur à Nancy et de Julie Blanchin, illustratrice et co-scénariste de la BD.

Qu'est ce qui vous a plu dans le travail de l'autre ?

Stéphane Ponton : J'apprécie le coup de crayon et la BD met habilement en scène le travail du chercheur comme il est vécu, sans pour autant s'en tenir à une description. Le scénario est pimenté par les anecdotes du voyage en forêt amazonienne.
Ce projet m'a tout de suite enthousiasmé parce que son lectorat va de 11 à 77 ans et que nous avons besoin de démultiplier les initiatives qui permettent d'intéresser les jeunes aux sciences !

Julie Blanchin : Ma précédente BD, le chant du Paypayo, portait déjà sur l'écologie en Guyane. Le directeur de Quae, Camille Raichon*, m'a proposé de reprendre l'idée avec un comité de suivi scientifique afin d'enrichir le contenu scientifique et historique. En revanche, les chercheurs et Quae nous ont laissé totalement libres sur le graphisme et le scénario.

Comment vous y êtes-vous pris ?

J. B. : Avec Laurent Sick, graphiste, qui a réalisé le CD-ROM, nous sommes partis deux mois pour le repérage et les enregistrements. Nous avons rencontré des chercheurs et techniciens de l'Inra, du Cirad, de l'Engref, du Museum, du CNRS… La « tour à flux » est au centre de la BD : cet équipement scientifique exceptionnel permet de mesurer, à hauteur de la canopée, les échanges gazeux entre la forêt et l'atmosphère. Les autres chapitres se sont greffés autour. De retour, nous avons réalisé la BD et le CD-ROM en lien avec les équipes de Nancy.

Pourquoi Nancy ?

S. P. : Les unités de recherche Ecologie des forêts de Guyane (Ecofog) et Ecologie et Ecophysiologie Forestières de Nancy travaillent sur la forêt. Les questions scientifiques de fond sont similaires en milieux tempéré et tropical : appréhender le fonctionnement complexe des écosystèmes forestiers, comprendre quelles sont les relations entre biodiversité et fonctionnement, anticiper les évolutions du fait des changements environnementaux... Les liens entre les deux unités sont historiques et entretenus par de très nombreuses collaborations. Les nancéiens impliqués dans le comité de suivi scientifique de la BD sont d'ailleurs d'anciens chercheurs d'Ecofog.

Comment avez-vous concilié BD et contenu scientifique ?

S. P. : Il a fallu poser des mots qui respectaient les réalités scientifiques sans surcharger la BD, d'où l'idée d'offrir un complément scientifique plus approfondi à travers le CD-ROM.

Le titre est joli…

J. B. : Il renvoie à la terre rouge des latosols de Guyane et résonne comme le signal d'alarme au réchauffement climatique. C'est aussi le nom d'un tout petit village situé sur les rives du Maroni. Avec le dessin de pirogue, la couverture est une invitation à l'aventure écologique.

Propos recueillis par C. D.

** Camille Raichon est décédé le 7 octobre 2007.*



en bref

OGM : quels risques ?

par Jacques Testard et Yves Chupeau

Ce petit bouquin a l'originalité de présenter les arguments de deux contradicteurs scientifiques qui se répondent alternativement : Jacques Testard, directeur de recherche à l'Inserm et président d'Inf'OGM et Yves Chupeau, président du centre Inra à Versailles.

Éditions Prométhée - collection pour ou contre ? - 2007 - 62 p. - 10 €.

Les biotechnologies au feu de l'éthique

par Claude Durand

Ce livre examine la légitimité éthique des recherches à partir de la position et des pratiques de chercheurs, ainsi que de l'encadrement normatif et réglementaire de l'innovation. L'auteur, directeur de recherche au CNRS, nourrit son analyse par l'observation d'un laboratoire travaillant sur le clonage animal à l'Inra et du Généthon (laboratoire de thérapie génique).

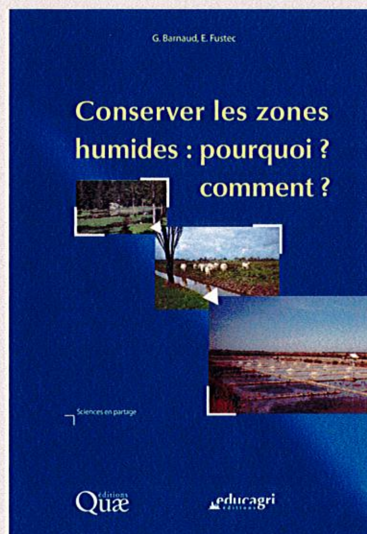
Éditions l'Harmattan - coll. Sciences et société - 2007 - 234 p. - 21 €.

Bioclimatologie - concepts et applications

par Sané de Parcevaux, Laurent Huber

Synthèse entre les sciences physiques et biologiques, la bioclimatologie contribue à la compréhension des relations entre le climat et les écosystèmes cultivés ou naturels. Destiné aux étudiants, professionnels, géographes, aménageurs…, ce manuel présente les principes théoriques, des méthodes d'analyse et des exemples d'application.

Éditions Quæ - collection Synthèse - 2007 - 324 p. - 45 €.



De l'utilité des milieux humides

CONSERVER LES MILIEUX HUMIDES : POURQUOI ? COMMENT ?
par Geneviève Barnaud et Eliane Fustec,
CO-EDITION EDUCAGRI ET QUAE

Les milieux humides sont parmi les écosystèmes les plus emblématiques des relations contradictoires qui se sont développées, depuis les temps les plus anciens, entre l'homme et la nature. Malgré leur intervention majeure dans les équilibres et dans la richesse de la biosphère d'une part, et d'autre part les mesures de protection qui se sont multipliées au cours des dernières décennies, plus de la moitié d'entre eux ont disparu. Ils restent parmi les écosystèmes les plus menacés. Spécialistes du fonctionnement et de la conservation de ces milieux, les auteurs ont activement participé au Conseil scientifique du programme national de recherche sur les zones humides. Leur ouvrage de synthèse est centré sur les zones humides de nos contrées ouest-européennes en majorité modelées ou créées par l'homme pour divers usages agricoles, piscicoles, cynégétiques ou de loisirs. Leur fonctionnement est, aujourd'hui, conditionné par le maintien et la reconstitution des effets bénéfiques de certaines pratiques mais aussi par un contrôle accru des causes directes et indirectes de leur persistante dégradation.
Les scientifiques se sont intéressés récemment à l'identification et à la quantification des fonctions des milieux humides : contrôle des crues, épuration des eaux, lutte contre l'érosion, maintien de la biodiversité… De même qu'est récente leur évaluation socio-économique. Ces travaux ont infléchi la portée et la manière d'utiliser les divers outils juridiques et techniques affectés à la conservation et à la restauration des milieux humides : loi sur l'eau, loi relative au développement des territoires ruraux, directives européennes, conventions internationales. Cependant, la nécessité d'une meilleure cohérence entre les différentes politiques influençant le devenir de ces milieux, si elle est admise, peine encore à se concrétiser, malgré le plan gouvernemental d'action en faveur des zones humides datant de 1995. De fait, la mobilisation des scientifiques, des gestionnaires et des autres acteurs, notamment du monde agricole, devient une obligation afin de préciser et de valoriser les multiples rôles des zones humides ainsi que pour imaginer les moyens de faire face intelligemment aux effets des changements globaux.

Véronique Barre
Ministère de l'écologie et du développement durable
Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale

Paysages : de la connaissance à l'action

par Martine Berlan-Darqué, Yves Luginbühl, Daniel Terrasson

Sont ici rassemblés les travaux menés, principalement en Europe, pour comprendre le fonctionnement des politiques de protection et de gestion du paysage. Le livre aborde successivement les enjeux de l'action paysagère, les relations entre paysage et espace public urbains, les politiques et enfin les modalités de participation du public.

Éditions Quæ - 2007 - 316 p. - 25 €

Alimentation populaire et réforme sociale

par Anne Lhuissier

Par une approche ethnographique des pratiques alimentaires dans la seconde moitié du XIXe siècle, l'auteure propose une typologie des familles ouvrières selon leur rapport à l'épargne, à la consommation et aux modes de vie. L'ouvrage montre par exemple comment la vie urbaine en imposant un repas du midi hors domicile a participé à la différenciation sociale des consommations alimentaires.

Éditions de la Maison des sciences de l'Homme et Éditions Quæ - 2007 - 272 p. - 26 €

Communications en ligne

Les communications du colloque « Les mondes ruraux à l'épreuve des sciences sociales » (Dijon, mai 2006) sont éditées sous forme numérique. Cette compilation témoigne de l'état des recherches, principalement réalisées par de jeunes chercheurs, sur des thèmes variés : conflits, appropriation des espaces, mondes agricoles, scolarités, politisation des espaces ruraux, économie, environnement, histoire et usages des sciences sociales.

Quæ - www.symposcience.org

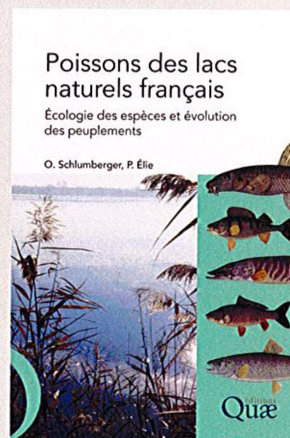
éditions Quæ

www.quae.com

c/o Inra - RD 10 - F-78026 Versailles Cedex

Comment un « lac à truite » devient un « lac à brochet »

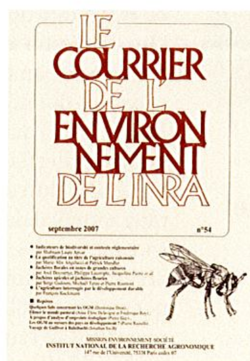
POISSONS DES LACS NATURELS FRANÇAIS
Ecologie des espèces et évolution des peuplements
par O. Schlumberger et P. Élie,
ÉDITIONS QUAE - 2008 - 224 PAGES - 29 €



Pourquoi telle espèce est-elle fréquente dans tel lac ? Pourquoi telle autre ne se rencontre que rarement ? Cet ouvrage répond en détaillant les exigences écologiques d'une trentaine d'espèces de poissons de lacs : stratégies de reproduction, de croissance, d'alimentation, la structure des populations, peuplements, relations inter-spécifiques... Il aborde également les répercussions possibles du changement climatique sur les écosystèmes lacustres. Biologistes, écologues et gestionnaires de milieux aquatiques y trouveront d'utiles informations pour évaluer et gérer les lacs.

revues

LE COURRIER DE L'ENVIRONNEMENT NUMÉRO 54 - SEPTEMBRE



Edité par la Mission environnement-société, « service de contre-pied » de l'Inra comme le présente son directeur, Patrick Legrand, dans l'éditorial, ce numéro revient sur l'impact de la réglementation sur la biodiversité des semences proposées aux agriculteurs et jardiniers. Il évalue la marche à franchir pour qualifier les exploitations, sujet repris par le Grenelle, à l'aune du référentiel d'agriculture raisonnée. Deux articles sur les jachères fleuries montrent comment favoriser la biodiversité des pollinisateurs peut conduire à des préconisations culturales différentes selon que l'on regarde plutôt les abeilles domestiques ou plutôt leurs consoeurs sauvages.

+d'infos
www.inra.fr/dpenv/pa.htm

DEMETER 2008 CLUB DÉMÉTER - SEPTEMBRE 2007 - 25 €

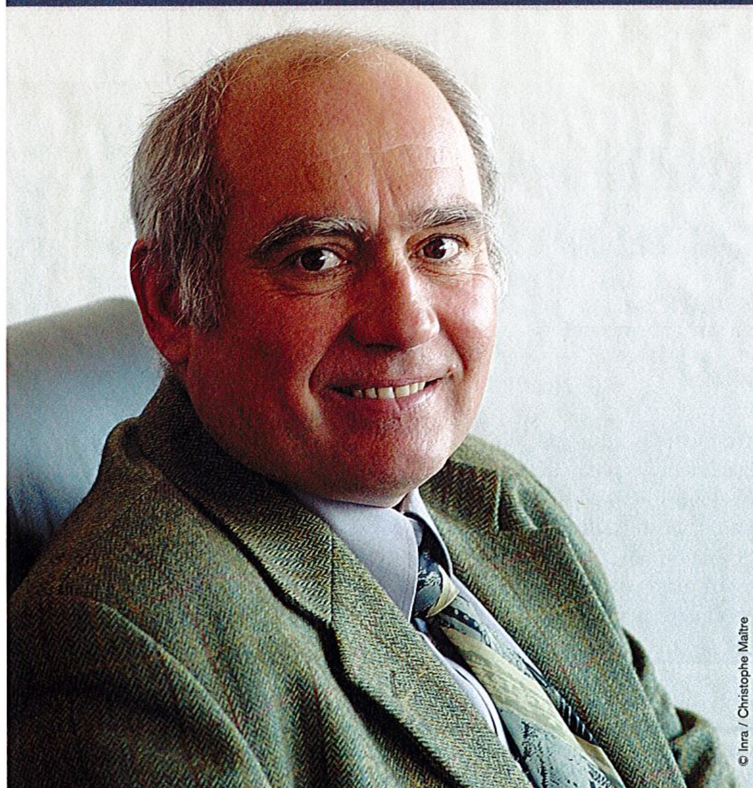
L'édition 2008 du Déméter - Économie et stratégies agricoles - offre une large place aux thématiques et auteurs de l'Inra. B. Chevassus-au-Louis et M. Griffon (Cirad) entament la revue par un plaidoyer pour une agriculture à haute valeur écologique. D. Desbois et J. Néfussi analysent les résultats économiques des productions sous signes de qualité. La deuxième partie forme un riche dossier sur les biocarburants. Il fait un point sur la demande et les capacités de production d'énergie (J.P. Favennec) ; analyse les politiques européennes et américaines (D. Treguer) ; présente un focus sur le Brésil (J. P. Bertrand & al) et traite enfin de manière précise les différents aspects des biocarburants de deuxième génération : ressources, transformation, conséquences pour l'agriculture, bilans environnementaux (J. Cormeau et G. Gosse).



+d'infos
www.clubdemeter.com

REGARD

De l'usage des indicateurs bibliométriques


© Inra / Christophe Maître

Etablis à partir de l'analyse statistique des articles que publient les chercheurs dans les revues scientifiques (1), les indicateurs bibliométriques se déclinent en nombre de publications, nombre de citations d'articles, en facteur d'impact des revues (2), etc. Guy Riba, directeur général délégué de l'Inra, chargé des programmes, du dispositif et de l'évaluation scientifiques, explique comment ces indicateurs, malgré leurs imperfections, peuvent être de bons outils de gouvernance.

Comment l'Inra considère-t-il le classement 2007 de Shanghai (3), palmarès des meilleures universités du monde, où la première université française n'apparaît qu'à la 39e place ?

Guy Riba : Pour l'Inra qui vise l'excellence scientifique, il est important d'être dans ces classements internationaux. En France, ce classement a provoqué une profonde onde de choc. Mais il a aussi permis une prise de conscience parmi les organismes de recherche. Ils découvraient une réalité jusqu'ici peu explorée : les indicateurs bibliométriques sont devenus universels et font l'objet de classements déterminants au niveau international. Chaque organisme doit donc se doter d'un service compétent pour produire et analyser des indicateurs issus tant de ses propres bases de données, que des bases de données internationales. Le CREBI, Centre de ressources et d'expertise en bibliométrie de l'Inra installé à Jouy-en-Josas, est un des pionniers en la matière.

Que doit mettre en œuvre l'Inra pour être visible dans les classements internationaux ?

G. R. : L'Inra doit se regarder comme les autres regardent l'Inra ! C'est-à-dire à la lumière des données produites par la société américaine Thomson Scientific, en particulier sa base de données bibliographiques *Science Citation Index Expanded* (4) qui s'est imposée comme l'outil de référence pour étudier la production académique mondiale en « sciences dures ». Résultat : l'Inra obtient le deuxième rang mondial dans les champs disciplinaires au cœur de son métier, les sciences agronomiques et les sciences végétales et animales, tant par le nombre d'articles publiés que par le nombre de citations reçues (5). L'enjeu est de maintenir ce rang. Nos chercheurs doivent en particulier veiller à libeller correctement les adresses et à mentionner dans leur affiliation l'Inra lorsqu'ils publient (6). Une étude a montré que presque 30 % de nos publications ne sont pas comptabilisées pour ces raisons. De plus, le traitement des adresses mis en œuvre par Thomson Scientific n'est pas adapté à la complexité du dispositif de recherche français où coexistent plusieurs tutelles.

Est-ce que l'Inra s'inscrit dans une démarche nationale face à Thomson Scientific ?

G. R. : Oui, dans le cadre de l'Observatoire des sciences et des techniques (7) qui s'est muni d'un dispositif

spécifique pour harmoniser les pratiques entre organismes de recherche et produire des indicateurs d'émergence nationale. Il doit notamment conduire des négociations avec Thomson Scientific pour que cette firme adapte ses pratiques d'analyse à la complexité du système de recherche français et prenne aussi en considération l'évolution des fronts de science.

Les indicateurs bibliométriques par catégories disciplinaires proposés par Thomson Scientific sont-ils pertinents pour l'Inra ?

G. R. : Oui car ces indicateurs constituent un regard externe objectif sur le positionnement de l'organisme sur ses champs disciplinaires, très utile pour les choix stratégiques que celui-ci doit faire. La direction souhaite porter un regard nouveau et identique sur la stratégie de publications des équipes de chacun des départements de recherche de l'Inra, exceptés ceux qui sont en charge des sciences économiques et sociales.

L'examen doit porter simultanément sur le nombre d'articles publiés, la qualité des revues ciblées et le nombre de citations reçues. Nous avons donc conçu et appliqué une approche normalisée du classement des revues par discipline, ce qui permet des comparaisons interdisciplinaires jusqu'alors interdites en raison de la spécificité du facteur d'impact par discipline. Car un chercheur appartenant à une communauté scientifique de 30000 spécialistes n'a pas les mêmes chances d'être cité que s'il appartient à une communauté de 3 000 000 !

> « Les indicateurs bibliométriques sont avant tout un outil de gouvernance pour l'Inra. »

Comment les indicateurs bibliométriques entrent-ils dans la stratégie de l'Inra ?

G. R. : Nous avons par exemple découvert, à travers les indicateurs issus de la base *Essential Science Indicators* de Thomson Scientific, la très bonne performance de l'Inra dans les domaines liés à l'horticulture alors que ce secteur n'avait pas été mis en avant comme ambition scientifique majeure. Il devenait irresponsable de ne pas tirer profit de ce positionnement de l'Inra pour donner à la filière française le rayonnement et l'influence qu'elle mérite. Ce choix nous a conduit à privilégier les productions fruitières et légumières dans le cadre du rapprochement entre l'Inra et le CIRAD (8) ; à renforcer les liens avec l'Asie où se situe le bassin de développement majeur de la filière potagère et enfin, à consolider nos participations au « *Global Horticulture Initiative* » que vient de lancer l'Alliance des organismes internationaux ainsi qu'au « *Challenge programme : High Value Crops* » de la Banque mondiale.

Les orientations de recherche de l'Inra doivent-elles être évaluées avec les mêmes outils ?

G. R. : Non, ce serait une erreur de limiter les indicateurs aux activités académiques de production de connaissances, car ils ne couvrent qu'une partie des missions d'un organisme de recherche finalisée comme l'Inra. Il est donc nécessaire de compléter l'analyse bibliométrique en tenant compte de la production de ressources biologiques ou de bases de données, du transfert des innovations et des savoir-faire dans la durée, des activités d'expertise ou de formation, de la dynamique des partenariats académiques et socio-économiques, de la diversité des ressources financières et enfin de la capacité d'évolution des compétences.

De plus, les logiques scientifiques ne peuvent suffire à orienter les recherches qui doivent, également, répondre aux attentes des citoyens, des consommateurs et des acteurs socio-économiques, comme en témoignent les questionnements du Grenelle de l'environnement.

Qu'en sera-t-il de l'évaluation des chercheurs et de celles des laboratoires ?

G. R. : Les indicateurs bibliométriques sont avant tout un outil de gouvernance pour l'Inra, notamment pour mieux positionner ses départements scientifiques, mais ils ne peuvent pas être utilisés en tant que tels pour l'évaluation des individus dont le parcours est plus complexe à apprécier. S'agissant par ailleurs de l'évaluation des unités, il convient de mettre au point un ensemble d'indicateurs que l'on puisse établir, suivre sans ambiguïté et rendre opposable. A cet effet, l'Inra expérimente une méthode de suivi contractuel négocié entre les chercheurs d'une unité, le chef de service, le chef de département et la direction générale. ●

Propos recueillis par Magali Sarazin

(1) Animées par les pairs.
(2) Calcul basé sur le nombre de citations des articles publiés par une revue sur une période de deux ans.
(3) Etabli depuis 2003 par l'université Jiao Tong de Shangaï : http://ed.sjtu.edu.cn/ranking.htm
(4) Produits de Thomson Scientific, Science Citation Index Expanded, Social Science Citation Index (SSCI) et Arts & Humanities Citation Index (A&HCI) constituent le Web of Science (WOS), base de données bibliographiques qui contient des notices d'articles d'environ 9000 journaux considérés comme représentatifs de la meilleure production mondiale.
(5) Pour la période de janvier 1997 à avril 2007, d'après Essential Science Indicators, autre outil de Thomson Scientific qui agrège sur 10 ans les données de citations reçues par les articles du WOS.
(6) Normaliser les adresses dans les publications : www.inra.fr/intranet-ist/publication/affiliation_lettre_aux_chercheurs_riba.pdf
(7) www.obs-ost.fr
(8) www.cirad.fr

quelques chiffres

En 10 ans l'Inra a publié 18 000 articles, le nombre de ses publications scientifiques a augmenté de 30 %. Chaque article est cité en moyenne 10 fois.

AGENDA

30 janv/1er fév
SÉVILLE, ESPAGNE

Modélisation des politiques de développement agricoles et rurales / « Modelling Agricultural and Rural Development Policies »
Séminaire de l'Association européenne des économistes agricoles, sur le thème des modèles et des approches de modélisation destinés à évaluer les politiques de développement agricole et rural.
WWW.eaaeseminar.es

5/6 février
PARIS

40e Journées de la recherche porcine
L'objectif des Journées de la recherche porcine (JRP), co-organisées par l'Inra et l'IFIP - Institut du Porc, est de permettre la diffusion rapide auprès des partenaires de la filière, des résultats de la recherche : compétitivité, respect de l'environnement, bien-être des animaux, sécurité alimentaire des produits.
WWW.journees-recherche-porcine.com

17/20 février
VIENNE, AUTRICHE

Premier symposium sur l'horticulture en Europe
Symposium organisé par l'*Association of Food, Veterinary Science and Agriculture* (ALVA) en Autriche, avec la participation de l'Inra. L'objectif de la rencontre est de donner aux chercheurs l'occasion d'échanger leurs connaissances, informations, réflexions et techniques.
WWW.she2008.eu

23 fév/2 mars
PARIS, PORTE DE VERSAILLES

Salon international de l'Agriculture
L'Inra proposera au public des « ateliers découverte » animés par des scientifiques, sur ses recherches en cours dans les domaines de l'alimentation, l'agriculture et l'environnement et organisera des rencontres avec les professionnels de filières agricoles ainsi qu'un colloque sur le thème du sol.
WWW.inra.fr

28/29 fév
PARIS

Les entreprises coopératives agricoles, mutations et perspectives
Colloque de la Société française d'économie rurale (SFER), en association avec l'Inra, l'École nationale d'ingénieurs des travaux agricoles de Bordeaux (Enitab), Coop de France et l'Association internationale d'économie agro-industrielle et alimentaire (AEIA2).
WWW.sfer.asso.fr

1er/2 avril
VERSAILLES

Journées Jean-Pierre Deffontaines
Journées scientifiques organisées autour de l'œuvre de Jean-Pierre Deffontaines qui fut chercheur à l'Inra : ses apports pour l'agronomie et la géographie, mais aussi pour de nouvelles formes et objets de recherche.
WWW.inra.fr/sad/deffavril/deffavril.htm



DÉVELOPPEMENT D'UN NODULE sur une racine chez *Medicago sativa* (famille de la luzerne). Un nodule est une excroissance hébergeant des bactéries fixatrices d'azote (Rhizobium meliloti).
Observation après coloration en microscopie photonique à fond clair.